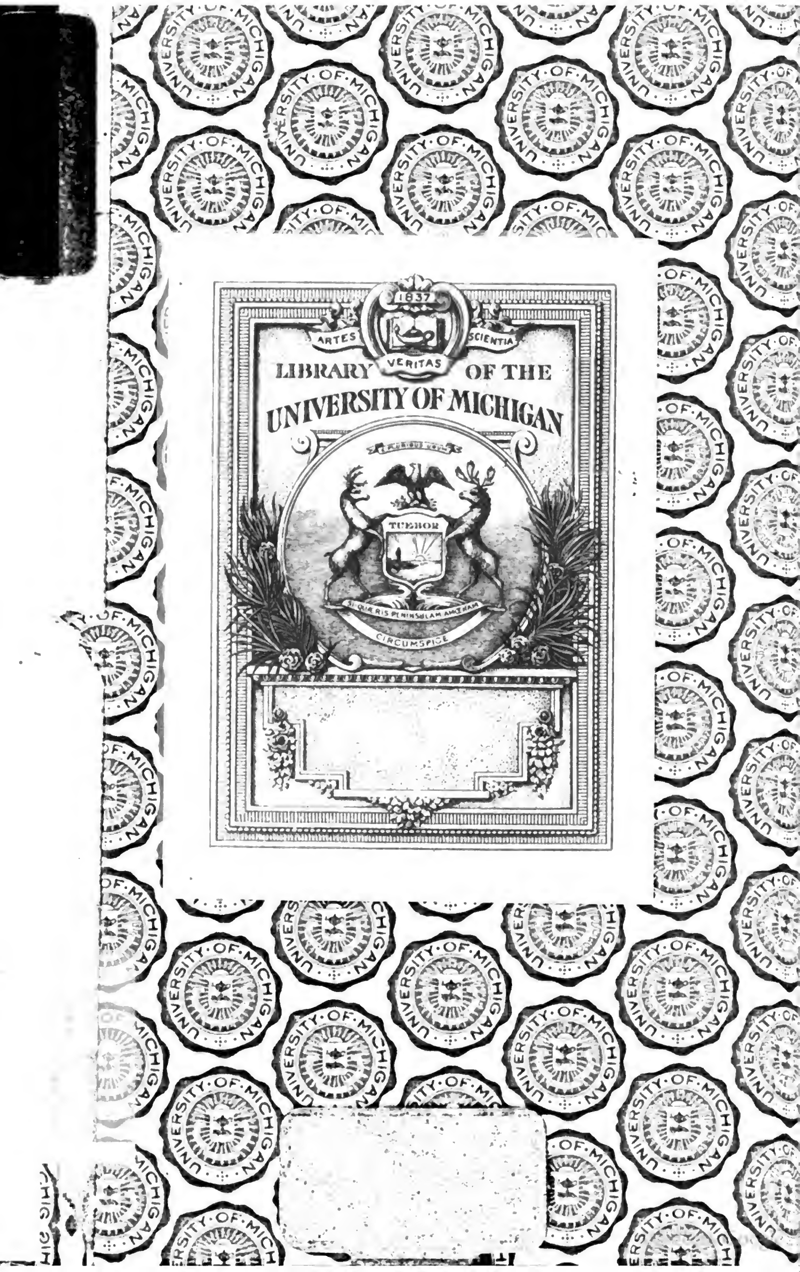
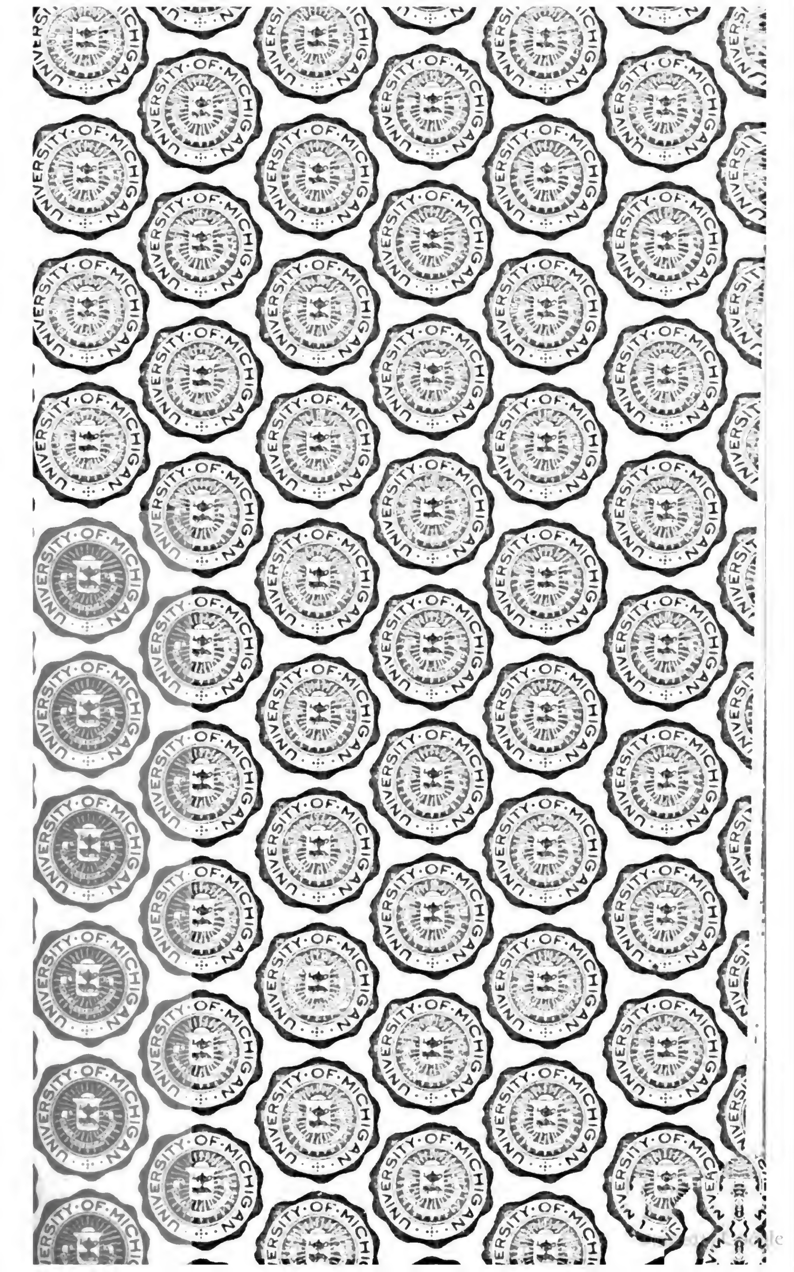
# Über die Erhaltung der Energie


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Julius

# Robert von Mayer

über die

# Erhaltung der Energie.

Briefe an Wilhelm Griesinger
nebst dessen Antwortschreiben aus den Jahren
1842—1845.

Herausgegeben und erläutert
von
W. Preyer
in Berlin.

Berlin.
Verlag von Gebrüder Paetel.
1889.

# Ueber die Erhaltung der Energie.

# Vorwort.

Von der Redaction der „Deutschen Rundschau" sind mir im Frühjahr 1889 acht Briefe des am 20. März 1878 zu Heilbronn verstorbenen Julius Robert von Mayer, des Begründers der mechanischen Wärmetheorie und des Prinzips von der Erhaltung der Energie, zur Herausgabe anvertraut worden. Diese Briefe, sämmtlich an den bekannten, um die Psychiatrie hochverdienten, 1817 geborenen, 1868 gestorbenen Dr. Wilhelm Griesinger, den späteren Professor an der Berliner Universität, gerichtet, wurden in den Jahren 1842 und 1844 geschrieben. Der Verfasser hatte sich bereits als Arzt in Heilbronn niedergelassen, der Adressat lebte zuerst in Stuttgart, dann als Privatdocent in Tübingen. Die Briefe stammen aus dem Nachlaß der Wittwe Griesinger's. Da es von erheblichem

Interesse ist, auch des letzteren Briefe aus der damaligen Zeit zu kennen, so wendete ich mich an Frau Geheimrath Dr. Mayer, die Wittwe in Heilbronn, mit der Frage, ob sie noch vorhanden seien. Mit dankenswerther Bereitwilligkeit stellte dieselbe mir alsbald sechs Briefe von Griesinger aus der Zeit 1842—1845 zur Verfügung, welche sich als die zu den obigen acht zugehörigen erwiesen.

Der Text der sämmtlichen vierzehn Briefe ist nirgends unvollständig; die meistens eilige Handschrift läßt doch an keiner Stelle im Zweifel. Ich habe auch keinen Anlaß gefunden, zu kürzen. Daher erscheinen die Briefe ohne Ausnahme hier so, wie sie geschrieben wurden, indem nur die vielen allzuweit gehenden Abkürzungen der Deutlichkeit halber durch die entsprechenden Ausdrücke ersetzt wurden. Die Interpunktion habe ich, wo es nöthig war, richtig gestellt, desgleichen einige Schreibfehler ausgemerzt. Der Abdruck der Briefe im 59. Bande der Deutschen Rundschau ist nicht so genau, wie der vorliegende, weil meine letzte Revision nicht mehr benutzt werden konnte; doch ist auch da der Sinn nirgends entstellt.

Meine Erläuterungen beschränken sich auf literarische und biographische Hinweise und Hervorhebung von Einzelheiten. Dagegen habe ich es nicht für nöthig gehalten, die in der Physik jetzt üblichen Kunstausdrücke neben die nicht mißzuverstehenden in den Briefen zu setzen. Was Mayer „mechanischen Effect“ nennt, heißt jetzt „Arbeit“. Seine „Fallkraft“ oder „räumliche Differenz“, d. i. der „räumliche Abstand“ der (gehobenen) Last von der Erde, und seine „chemische Differenz“ und „elektrische Differenz“ fallen unter die moderne Bezeichnung „potentielle Energie“, während die „actuelle Energie“ oder „kinetische Energie“ bei Mayer „Bewegung“ heißt (sonst „lebendige Kraft“, force vive). „Energie“ ist gleichbedeutend mit „Kraft“ im streng physikalischen Sinne.

Die in den alten Medicinalgewichten gegebenen Zahlenbeispiele auf die jetzt üblichen Einheiten zu reduciren, hielt ich nicht für thunlich, weil die absoluten Zahlenwerthe in den Beispielen nicht den geringsten factischen Werth beanspruchen und nur zur Erläuterung dienen.

Der Briefwechsel ist in zweifacher Hinsicht interessant für einen größeren Leserkreis. Er zeigt zunächst den Entdecker in seiner ganzen Ursprünglichkeit, Klarheit, Entschiedenheit und logischen Stärke gerade in der Zeit nach Ueberwindung der Zweifel und vor der Veröffentlichung der grundlegenden Arbeit. Damals hatte er, obwohl erst achtundzwanzig bis dreißig Jahre alt, den Höhepunkt seines Lebens erreicht.

Sodann gewinnt der Laie durch die Bemühungen Mayer's, die Mißverständnisse des zwar hochbegabten, aber nicht physikalisch beanlagten Freundes in ganz elementarer Darstellung zu beseitigen, aus erster Hand einen Einblick in den Inhalt des Prinzips von der Erhaltung der Energie oder des Kraftwechsels, welches immer noch in der sonderbarsten Weise von Vielen mißverstanden oder gar nicht verstanden wird, obgleich neben dem Namen Mayer's der eines Joule und eines Helmholtz seit mehr als vier Jahrzehnten sich an seine Entdeckung knüpft, und es an leichtfaßlichen Darstellungen nicht fehlt.

Für den Naturforscher und Psychologen haben

die Briefe insofern ein besonderes Interesse, als sie zweifellos erkennen lassen, daß angestrengtes und anhaltendes Denken zuerst über die Muskelarbeit und die Wärmebildung im lebenden Körper, also über physiologische Probleme, dann über das Verhältniß von Ursache und Wirkung überhaupt, also über die Grundlage der Erkenntnißtheorie, die eigentliche Quelle der Epoche machenden Entdeckung war, und die exacte Naturlehre dabei erst zu ihrem Rechte kam, nachdem bereits die entscheidenden Begriffe sich gebildet, befestigt und gegen die damals herrschenden, dem Entdecker unerträglichen Vorstellungen der Physiker scharf abgegrenzt hatten. Und doch war Mayer Empiriker, ein vorzüglicher Beobachter und sehr tüchtiger Arzt, der sich nie mit philosophischen Studien befaßt hat. Metaphysik und Naturphilosophie waren ihm zuwider, so lange die Kraft seines Geistes und Körpers ungebrochen blieb.

Er war auch durchaus kein geschulter Physiker und beschäftigte sich erst spät mit Mathematik. So konnte er, weil er von der Schuldressur frei war, ganz selbständig vorgehen. Doch ist er in

Betreff der physiologischen Verwerthung seiner Theorie und der populären Darstellung derselben von Griesinger angeregt worden.

Die Briefe lassen dieses deutlich erkennen. Sie zeigen auch, wie viel ihm daran lag, seine Ideen experimentell zu begründen und theoretisch durchzuarbeiten.

Sein Genie brach sich fast ohne Hülfe Bahn. Was er in seinen physikalischen Grundlegungen als richtig annahm, erwies sich später als wahr oder als das Wahrscheinlichste, und was er in Betreff der Bedeutung seiner Entdeckungen prophezeite, ist vollständig in Erfüllung gegangen.

So zeigen diese Briefe aufs Neue, wie weit er seiner Zeit voraus war.

Berlin W.
Nollendorfplatz 1,
9. Juli 1889.

**Prof. Dr. W. Preyer.**

# Inhalt.

## I.

Sr. Wohlgeboren

Herrn Dr. Med: & Chir: Wilhelm Griesinger

in Stuttgart

fr. Heilbronn 30 Nov 1842

[Poststempel.]

Lieber Freund!

Mit vielem Vergnügen hörte ich vorgestern von Dr. Scholl, und ersah aus dem gestern erhaltenen Hefte des Archiv's, daß Du wieder im Ländchen Dich aufhältst, und in der Literatur Dich wacker umthust.

Da Du Dich ohne Zweifel für alle Theile der Physiologie interessirest, für die gewordene sowohl als die werdende, so kann ich nicht umhin, Dir einige Resultate vorläufig anzudeuten, welche diese Lehre früher oder später aus den von mir gemachten Entdeckungen ziehen muß. Von dem System der Physik, auf das ich während meiner Reise gekommen,

und durch das ich alle Mühe und Aufwand bei derselben überreichlich vergolten weiß, habe ich schon mit Dir gesprochen, als ich das Vergnügen hatte, Dich, wenn auch nur auf kurze Augenblicke, bei mir zu sehen. Inzwischen habe ich natürlich eifrig fortgearbeitet.

Zuerst gieng ich zu einer Unterredung zu Nörremberg[1]), der mir sagte: „Das sind im Grunde nichts als neue Ansichten von Dingen, die man ebensogut auch anders ansehen kann; ja wenn Sie ein neues Experiment auf Ihre Theorie gründen können, dann, dann ist Ihre Sache gemacht". Hieher rechnete er selbst, ob ich nachweisen könne, daß sich Flüssigkeiten durch Schütteln erwärmen; ich machte diesen Versuch aufs sorgfältigste, gleich nach meiner Nachhausekunft, und er gelang vollkommen.

Einige Monate später gieng ich mit wesentlichen Bereicherungen zu Professor Jolly[2]) nach Heidelberg, der sich bald dahin erklärte: die Sache gefalle ihm sehr gut; die Lehre von der Wärme (von der vorzugsweise die Rede war) bedürfe einer solchen Bereicherung nothwendig; aber ich solle die Sache weiter ausführen; dies war ein natürlicher Rath;

da sich aber der Stoff endlos vor mir ausdehnte, so mußte ich stets mehr bedacht seyn mich zu concentriren als zu expandiren.

Meinen anfänglich gehegten Plan, in einem zusammenhängenden Ganzen meine Theorie, soweit sie Physik und Physiologie betrifft, dem großen Publicum vorzulegen, hatte ich aus diesem Grunde längst fallen gelassen, und ich arbeitete jetzt einen kurzen Aufsatz aus, in welchem ich einige Grundsätze meiner Theorie mit wenigen Worten entwickelte; diesen schickte ich zur Aufnahme in die Annalen der Chemie ein, und hatte das Vergnügen von Liebig[3]) ein verbindliches Schreiben zu erhalten, worinn er sich vollkommen mit mir einverstanden erklärt; der Aufsatz selbst erschien alsbald, im Maihefte, es ist mir indessen keine Beurtheilung desselben zu Gesicht gekommen. Bei fortgesetztem Studium der Mathemathik und Mechanik geht die Sache nun ihren Gang, zwar langsam aber sicher vorwärts; und ich kann mich nun nicht enthalten, Dir eine Andeutung von dem zu geben, um das es sich handelt. —

Ein Gesetz, welches alle ponderable Objecte (Materien) unbedingt beherrscht, ist das, daß keine

gegebene Materie je zu Null wird, keine aus Null entsteht; die Materien verwandeln sich in einander, und nehmen so verschiedene Erscheinungsformen an. Wenn z. B. bei der Verbrennung Materien scheinbar verzehrt werden, so wissen wir doch ganz gewiß, daß kein Atom (sit venia verbo) verschwindet. Stelle Dir nun einmal lebhaft folgende Annahme vor: „Bei der Verbrennung werden Materien (wir wollen bei Sauerstoff und Wasserstoff stehen bleiben) verzehrt. Dann sagt man also: Wasserstoff und Sauerstoff verschwinden beim Verbrennen; dies versteht sich von selbst, denn der Verbrennungsproceß besteht seinem Wesen nach darinn, daß Materien vernichtet werden. Eine eigene Sache ist es, daß bei Verbrennung des Wasserstoffes insgemein Wasser sich zeigt. Protokolliren wir also: beim Verbrennungsprocesse treten, wie die Erfahrung nachweist, Wasser, Kohlensäure u. s. f. auf, deren Entstehen sich aber so wenig erklären läßt, daß vielmehr die Unerklärbarkeit gleichsam axiomatisch anzunehmen ist u. s. f." Wie würde es um die Chemie stehen, wenn sie solchen Grundsätzen huldigte? wenn der rothe Faden, der durch die ganze Wissenschaft läuft,

an 1000 Orten durchschnitten wäre? Die Chemie in ihrer Form als Wissenschaft besteht also wesentlich dadurch, daß sie die Unzerstörbarkeit ihrer Objecte annimmt, und den Zusammenhang, in welchem sie unter einander stehen, erforscht; sie lehrt uns, daß aus Knallgas Wasser wird, und Knallgas aus Wasser u. s. w. Freilich entzieht sich dieser Zusammenhang gar oft unsern Blicken; das Wasser, welches eine mit Knallgas gefüllte Seifenblase, die in der Luft steigend entzündet wird, liefert, kann nicht nachgewiesen werden; niemand zweifelt aber an seiner Existenz. Lassen wir einen Tropfen Wasser in das Weltmeer fallen, so können wir denselben nicht mehr isolirt herausfinden, und dadurch seine Unzerstörlichkeit durch das Experiment beweisen; u. s. f. —

Außer den ponderabeln gibt es aber auch noch andere Objecte (Imponderabilien), die obigem Gesetze gleichfalls unterworfen sind; der Beweis hiefür läßt sich aus den allgemeinen Gesetzen des menschlichen Denkens, aus dem Satze vom logischen Grunde ableiten; in meiner Abhandlung im Maihefte der Annalen habe ich ihn, wie ich glaube, mit vollkommener Schärfe, aus dem axiomatisch angenommenen Satze:

causa aequat effectum, entwickelt; ich will mich aber hiebei nicht aufhalten. — Ein solches Object, das nicht Materie ist (Imponderabile), ist die Bewegung; sie entsteht nicht aus Null, sofern sie immer ihre Ursache haben muß, wird aber, einmal entstanden, nicht mehr zu Null, weil keine Ursache mit der Wirkung Null gedacht werden kann. Wir wissen also: die Bewegung ist *eine* Erscheinungsform eines Objectes, das nicht Materie ist; sie entsteht aus einer andern Erscheinungsform, und wird, *sofern sie als Bewegung aufhört*, zu einer andern Erscheinungsform desselben imponderabeln Objectes. Mit andern Worten, die Ursache der Bewegung, die Bewegung selbst, und ihre Wirkung sind nichts als verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Objectes; wie dasselbe von Eis, tropfbarem Wasser und Wasser-Gas gesagt werden kann. Wie aber wiederum aus Dampf Wasser, aus Wasser Eis werden kann, so auch bei der Bewegung und ihren Ursachen und Wirkungen; *Ursache und Wirkung bezeichnet überhaupt nichts als verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Objectes.* Man kann sagen, Eis ist

die Ursache des Wassers ꝛc.; man gebraucht inzwischen diese Benennung bei den ponderabeln Objecten bekanntlich nicht.

Die Lehre von den andern Erscheinungsformen der Bewegung (ihren Ursachen und Wirkungen) kann hier natürlich nur kurz angedeutet werden; ich habe mir dieselbe zum speciellen Studium seit mehreren Jahren gemacht. Ist eine Masse, ein Kilogramm, 5 Meter über die Erdoberfläche gehoben, so erhält es durch den Fall eine Endgeschwindigkeit von 10 Meter in einer Sekunde. Das Erhobenseyn eines Kilogramms auf 5 Meter und die Bewegung eines solchen Gewichtes, mit der Geschwindigkeit von 10 Meter in einer Sekunde, sind ein und dasselbe Object; eine solche Bewegung kann auch wieder in die Gewichtshebung übergehen, hört dann aber natürlich auf, Bewegung zu seyn, wie die Gewichtserhebung nicht mehr Gewichtserhebung ist, wenn sie in Bewegung übergegangen ist. Die Gewichtserhebung, oder noch allgemeiner, den räumlichen Abstand ponderabler Objecte (in unserem Beispiele, der Erde einer=, und eines Kilogramms anderseits), nenne ich, da man im allgemeinen die

Ursache einer Bewegung Kraft nennt, „Fallkraft"; ihre Anerkennung führt zur Abolition des Ausdrucks Schwerkraft, welcher in der Physik eine unheilvolle Verwirrung begründet. — Wenn eine Bewegung nicht als solche fortdauert, und nicht in Fallkraft übergeht, so wird sie, wie die Erfahrung in unendlichen Fällen jeden Augenblick lehrt, zu Wärme. — Hier ist es nun wieder, wo der rothe Faden in den Naturwissenschaften abgerissen ist; es ist von jeher sanctionirt anzunehmen: die Bewegung hört bei der Reibung etc. zu seyn auf. Daß dabei Wärme zu Tag kommt, weiß jedes Schulkind; die Wissenschaft begnügt sich inzwischen mit dem Factum, und stellt mit Resignation das Axiom auf, daß die Reibungswärme unerklärbar sey; denn die Sachen liegen so, daß der fertigste Hypothesen-Künstler an einer Erklärung verzweifeln muß. Dies ist der Stand der Wissenschaften; vergleiche damit die oben über die Verbrennung des Knallgases gestellte Parallele.

Daß Wärme in Bewegung und Bewegung in Wärme sich verwandeln, dies ist ein durch die Naturwissenschaften laufendes Factum. Die Frage,

wie viel Wärme eine gegebene Bewegung liefere und umgekehrt, läßt sich durch Versuche über Gasarten mit wünschenswerther Genauigkeit ermitteln; man findet, daß ein Kilogramm, das sich mit einer Geschwindigkeit von 10 Metern in 1 Secunde bewegt, oder das 5 Meter in die Höhe gehoben ist, so viel Wärme liefert, daß dadurch 1 Gramm Wasser um 11° R. erwärmt werden kann, und umgekehrt. Die Theorie der Dampfmaschinen ist hier anzuführen. Diese Versuche setzen natürlich voraus, daß keine Bewegung noch Wärme der Beobachtung sich entziehe; die Imponderabilien sind aber begreiflich viel schwieriger zu tractiren, als die Materien. Bewegungen pflanzen sich mit großer Leichtigkeit unter der Form von Erschütterung auf umgebende Medien fort, und gehen so für die Rechnung verloren wie die Elektrizität, die in den Boden geht. Dies ist bis jetzt der einzige Einwand, der meiner Theorie gemacht wurde: ist das Gewicht und die Geschwindigkeit einer abgeschossenen Kanonenkugel gegeben, so läßt sich die dieser Bewegung entsprechende Wärmemenge berechnen, aber durch kein Experiment aufsammeln. Die einzige Art, wie die aus mechani-

schen Ursachen entspringende Wärmemenge gemessen und bestimmt werden kann, ist meines Wissens die, daß man Gasarten comprimirt und so die entwickelte Wärme durch Versuche bestimmt. Dann findet man, daß die Wärme unabhängig von der Temperatur, Quantität und specifischen Wärme oder chemischen Beschaffenheit der Gasart, einzig mit der zur Compression verwendeten mechanischen Ursache im Verhältniß steht; dies geht an sich schon aus meiner Theorie als nothwendig hervor, findet sich aber auch durch die subtilsten Experimente vollkommen bestätigt. Doch ich unterlasse es, hier Einzelnheiten meiner Untersuchungen zu geben; es ist genug, wenn Du Dich überzeugst, daß es jedenfalls Lebensfrage für die Lehre der Imponderabilien ist, die Frage zu entscheiden, ob Bewegung in Wärme, und Wärme in Bewegung übergehen oder nicht; und daß die Lehre von der Wärme z. B. auf einer sehr niederen Stufe stehen müsse, wenn sie von der Entstehungsweise der Wärme durch mechanische Effecte keine Rechenschaft zu geben vermag. —

Wir wollen nun kurz resumiren. Fallkraft (d. h. räumlicher Abstand der Materien), Bewegung, Wärme,

Elektrizität (d. h. elektrische Differenz) und chemische Differenz sind ein und dasselbe Object, aber freilich unter ganz verschiedenen Formen. Da es dem Sprachgebrauche gemäß ist, die Ursachen der Bewegung „Kräfte" zu nennen, so verdienen diese Objecte alle den Namen „Kräfte". Will man die Eigenschaften der Materien auch noch Kräfte nennen, so muß man diese letzteren von ersteren sorgfältig trennen, sonst entsteht eine jammervolle Begriffsverwirrung; Wärmecapacität und Wärme, Schwere und Fallkraft, chemische Affinität und chemische Differenz sind, wie Präpariren und Operiren, ganz verschiedene Dinge. — Bewegung entsteht nicht von selbst; sie läßt sich nur produciren durch einen Aufwand von Fallkraft oder von chemischer Differenz; ersteres geschieht in den Wassermühlen, der Zwischenraum zwischen dem Wasser und dem Erdkörper wird hier vermindert, oder geopfert, das zweite in den Dampfmaschinen, wo die Differenz zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff geopfert wird. Will man Elektrizität zu Hilfe nehmen, so muß diese selbst wieder, wie die Bewegung, auf chemischem oder mechanischem Wege gewonnen seyn. — Was Wärme,

was Elektrizität u. s. w. dem innern Wesen nach sey, weiß ich nicht, so wenig, als ich das innere Wesen einer Materie, oder irgend eines Dinges überhaupt kenne; das weiß ich aber, daß ich in den Zusammenhang vieler Erscheinungen viel klarer sehe, als man bisher gesehen hat, und daß ich über das, was eine Kraft ist, helle und gute Begriffe geben kann. Hört man auf von Schwerkraft und chemischer Affinität als von Ursachen von Erscheinungen zu sprechen, d. h. entreißt man den Namen Kraft solchen Dingen, die keine Kräfte sind, so kommt man mit heilsam geläuterten Begriffen zum Studium der belebten Natur; man weiß unter anderm, was auf Rechnung der Kräfte der unbelebten Natur kommen kann und muß, und die Lebenskraft, Nervenkraft, verliert damit wieder ein großes Terrain; die Faseleien der Naturphilosophen stehen in erbärmlicher Nacktheit am Pranger.

Ist Dir das Bisherige in succum et sanguinem gegangen, so wird Dir von selbst einleuchten, daß nicht nur die im thierischen Organismus sich zeigende Wärme, sondern auch sämmtliche mechanische Effecte nur dadurch entstehen können, daß fortwährend

chemische Differenzen ausgeglichen (geopfert) werden. Unter allen Theilen des lebenden Thierkörpers ist es das Blut, welches den ohne allen Vergleich raschesten Stoffwechsel hat; dieses nimmt beständig Sauerstoff in Menge auf, verarbeitet oder verzehrt ihn **in sich selbst**[4]), und gibt die in ihm dadurch gebildete Kohlensäure wieder ab; es ist dadurch ein langsam verbrennender Körper, oder in schlagender Vergleichung, eine gährende Flüssigkeit; die hiedurch entstehende (durch die Ausgleichung chemischer Differenzen nemlich) Wärme, oder allgemeiner die Kraft, die hiedurch zu Tag kommen muß, äußert sich zum Theil als freie Wärme, zum Theil als thierische Bewegung; wäre sonst nichts als Bewegung und Wärme ins Auge zu fassen, so könnten wir eine Dampfmaschine auch ein warmblütiges Thier nennen; auch in ihr verwandelt sich die chemische Differenz, die zwischen ihrer Nahrung und dem Sauerstoff der Atmosphäre besteht, theils in Wärme theils in Bewegung; beide zusammen genommen geben natürlich wieder das Maß der ersten. Zieht man freilich vor, im thierischen Organismus Wärme und Bewegung durch Lebensäther,

Nervengeister, Muskelkraft zu erklären, dann hört alles auf, und es geht, wie man wohl weiß, wie. —

Ich muß hier mitten abbrechen, sonst wird die Epistel allzulang; ich habe ohnedies Deine Geduld vielleicht schon lange ermüdet; ich wollte Dir nur ganz kurz schreiben, konnte aber in der That nicht weniger schreiben, wenn ich anders möglich machen wollte, daß Du siehst, wohin es hinaus will. Recht lieb wäre es mir, zu hören, was Du in specie von dem Gelesenen, sofern es Dir neu ist, denkst, bitte Dich aber, mehr die Sache an sich, als die eilige, abgerissene Darstellung ins Auge zu fassen.

Herzlich grüßt Dich

Dein

alter treuer Freund

Geist [5]).

Heilbronn
30 Nov. 42.

## II.

Herrn Med. Dr. Robert Mayer Wohlgeboren
in Heilbronn.

frei. Stuttgart. Calwer Straße. 28.
4. Decbr 1842.

Lieber Freund!

Der Beantwortung Deines Briefes, der mich auf ebenso interessante als erfreuliche Weise überraschte, mußte die Lectüre Deines bei Liebig erschienenen Aufsatzes nothwendig vorangehen. Eben ward ich mit dieser fertig; indem ich Dir zu einem so hübschen literarischen début von Herzen gratulire, schicke ich mich an, mein Interesse an der Sache in einigen Bemerkungen über dieselbe, so weit sie mir zugänglich ist, auszusprechen.

Die Constatirung der wegen der Analogie mit

der Reibung voraus zu vermuthenden Erwärmung von Flüssigkeiten durch Schütteln ist von Wichtigkeit und dürfte vielleicht eine unmittelbare physiologische Anwendung zulassen (auf den Kreislauf), deren Feststellung durch Experimente eine schöne Arbeit für Dich wäre. —

Dein Satz, daß Bewegung in Wärme und Wärme in Bewegung sich verwandle, scheint mir offenbar zu abstract. Bewegung an sich ist ein reines Abstractum, eine bloße Vorstellung, oder ein Begriff; empirische Kenntniß können wir nur von bewegter Materie haben, und ebenso verhält es sich mit der Wärme, ebenso z. B. mit der Farbe etc. Alles dieses sind Worte, deren sich unsere unphilosophische Sprache für ein Allgemeines an Erscheinungen der Materie bedient, wie sie es z. B. auch thut, indem sie von Krankheit spricht, während diese „Krankheit" selbst nirgends objectiv vorhanden ist, sondern es nur kranke Organismen in der Welt gibt. Die mit den betreffenden Eigenschaften versehene Materie selbst ist eben der concrete Inhalt jener Abstractionen, und mit dieser selbst hat es zunächst die Naturwissenschaft zu thun. Sage jetzt aber ein=

mal, statt „Bewegung verwandelt sich in Wärme“ concreter: bewegte Materie verwandelt sich in warme Materie! — so hast Du, insoferne dieß von den Reibungserscheinungen her bekannt ist, entweder nur eine Binsenwahrheit[6]), oder höchstens den allgemeinen Ausdruck für ein bekanntes Factum ausgesprochen, bist aber von der Erklärung der Sache noch gerade ebenso entfernt, als zuvor. Ich hätte also gewünscht, daß Du mehr mit Materien als mit Begriffen operirt hättest; denn indem ich den Werth einer rein speculativen Physik gerne anerkenne, weiß ich auch, wie unser consequentestes Denken anfangs vielleicht lange neben der Natur hergehend, durch einen kleinen eingeschlichenen Irrthum sich unvermerkt von ihr entfernen und am Ende sehr weit von dem wirklichen Verhalten der Sache abkommen kann, wenn es nicht stets durch die Controlle des Experiments darauf zurückgeführt wird. Liebig, bei dem ich manche Anklänge zu Deinen Ideen fand (z. B. p. 32 seiner organischen Chemie, angewandt auf Physiologie und Pathologie, Braunschweig 1842) ist auf denselben Abweg der zu weit getriebenen Abstraction gekommen, und

muß es nun damit büßen, daß sein Capitel über die Bewegungserscheinungen der Organismen, für welches er bei den Physiologen auf bedeutenden Succeß gerechnet hatte, von diesen sehr kalt aufgenommen, ja von fast keinem Einflusse sein wird. Deine Zusammenstellung der Bewegung mit den Imponderabilien hat insoferne meinen vollkommenen Beifall, als ich längst gewohnt bin, die letzteren nicht als eigene Materien, sondern als Eigenschaften der Materie, gerade wie Bewegung, Farbe etc., zu betrachten. Die empirische Untersuchung über den Einfluß, welchen diese verschiedenen Modi der Existenz der Materie auf einander haben, also z. B. die Bewegung auf die Wärme, die Electricität etc., ist natürlich von der größten Wichtigkeit, und Niemand wird hiezu befähigter sein, als Du durch Dein lange vorausgegangenes speculatives Denken; denn, der gewöhnlichen Ansicht entgegen, glaube ich, daß man durch Denken auf gute Versuche, aber sehr selten durch Versuche auf neue Gedanken kommt. —

An der Schwere und „Schwerkraft“ ist in neuerer Zeit von mehreren Seiten tüchtig gerüttelt worden; ein Aufsatz in Ruge's deutschen Jahr=

büchern, 8. bis 15. October d. J. „Zur Critik der heutigen Naturwissenschaft, von Löwenthal", wird Dich in dieser Beziehung interessiren; es scheint außer Zweifel, daß unsere Begriffe über die Schwere aufs wesentlichste modificirt werden müssen. — Daß die Physik der organisirten Materie, d. h. die Physiologie, von Allem, was bei Euch Unorganisirten drüben geschieht, alsbald Notiz zu nehmen und Anwendung zu machen, oder doch zu versuchen hat, versteht sich. Hat sie nur etwas Positives, wirklich etwas Setzendes von Euch und in specie von Dir zu erwarten, so wird sie mit offenen Armen darnach greifen, und sogar die mir persönlich leidige, aber wie ich gerne zugebe, jeder präcisen Naturforschung befreundete Mathematik kann alsdann auf eine gute Aufnahme rechnen. —

Ich hoffe, daß wir uns auch einmal wieder persönlich sehen werden, worauf ich mich jetzt, da ich so viele und interessante Dinge von Dir zu hören hätte, doppelt freue; ich will Dich daher auffordern, einmal hierher zu kommen, und wenn dieß nicht möglich wäre, bitte ich wenigstens um Fortsetzung schriftlicher Mittheilungen. —

Deiner Frau will ich mich, halb bekannter, halb unbekannter Weise, bestens empfohlen haben; Dich selbst, mein lieber, alter Freund, grüßt mit herzlicher Freundschaft

der Deinige

W. Griesinger.

## III.

### An Griesinger.

5. und 6. December 1842.

Lieber Freund!

Dein liebes Schreiben, das ich diesen Morgen erhalte, macht mir große Freude, da ich sehe, daß Du Dich für die besprochenen Gegenstände interessirst. Deiner Einladung, nach Stuttgart zu kommen, werde ich zwar in nächster Zeit, als junger Ehemann und des Oberamtes Chirurg[7]), keine Folge geben können, würde mich aber um so mehr freuen, Dich einmal wieder bei uns zu sehen; mein Weibchen, das Dich natürlich von W. aus noch gut kennt, verbindet ihre Einladung mit der meinigen und läßt Dich wiederum vielmals grüßen. —

Aus der Unverzüglichkeit meiner Antwort wirst Du leicht ersehen, mit welcher Lebhaftigkeit ich meinen Gegenstand so gerne behandle. Indem Du mir den Vorwurf machst, daß sich meine Theorien

in Abstractionen verlieren, glaube ich noch nicht recht von Dir verstanden zu seyn, indem sich alles gerade um ganz concrete Erscheinungen dreht; nur sind die Einzeln-Erscheinungen wieder in allgemeine Gesetze gefaßt. —

Wir wollen annehmen, ein Apfel hänge auf einem Baum, sein Gewicht sey 4 Loth, seine Höhe über dem Boden 15′; der Apfel fällt herab und hierbei erlangt derselbe, bis er den Boden erreicht, eine gewisse Geschwindigkeit. Da der Apfel schneller und schneller sich bewegt, je länger er fällt, so ist die Geschwindigkeit, die er zuletzt hat, seine sogenannte „Endgeschwindigkeit", seine größte; in dem Moment, wo er auf den Boden gelangt, hat er eine Geschwindigkeit von 30′. (Man ist in der Physik übereingekommen, bei Messungen von Geschwindigkeiten eine Secunde stets als Zeiteinheit anzunehmen; sobald kein Zeitmaß angegeben ist, so muß eine Secunde stillschweigend angenommen werden; es heißt also, der Apfel, wenn er seine Endgeschwindigkeit gleichförmig beibehielte, würde mittelst derselben in jeder Sekunde 30′ zurücklegen.) Vorausgesetzt nun, es würde von unseren Untersuchungsobjecten unserer

Beobachtung und Messung nichts entzogen — eine schwierige, aber zum Glück nicht ganz unlösliche Aufgabe der Experimentalphysik — so, ist jetzt meine Behauptung, kommt, nachdem der Apfel aufgehört hat, sich zu bewegen, so viel Wärme zum Vorschein, daß durch diese Wärme (beiläufig) 3 ß Wasser von 0° auf 1° gebracht würde; meine Behauptung ist also die, daß die zum Vorschein kommende Wärmemenge, in specie die Temperaturerhöhung von 3 ß Wasser, gefunden wird, aus der aufhörenden Bewegung, in specie eines Apfels von 4 Loth mit der Geschwindigkeit von 30′. — Dies ist nun keine bekannte, sondern eine den Naturwissenschaften ganz neue Thatsache[6]); sie ist in meinem Aufsatze in den Annalen allgemein, aber so ausgesprochen, daß ein Physiker sogleich die speciellsten Resultate daraus ziehen kann; setzen wir die fallende Masse beliebig groß, = m, die Höhe, von der sie fällt, ebenfalls beliebig, = d, so ist gesagt: m.d ist = der Wärmemenge v. Giebt also ein Apfel von 4 Loth, der 15′ hoch fällt, eine bestimmte Wärmemenge v, so giebt ein anderer von 8 Loth, der 60′ hoch fällt (und dessen Endgeschwindigkeit statt 30′ dann 60′

wird), eine 8fach so große Wärmemenge als der erste, denn 8 × 60 ist = 8 mal 4 × 15.

Wie aus der verschwindenden Bewegung Wärme entstehe, oder nach meiner Sprechweise, wie die Bewegung in Wärme übergehe, darüber Aufschluß zu verlangen, wäre von dem menschlichen Geiste zu viel verlangt. Wie das verschwindende Sauerstoff- und Wasserstoff-Gas Wasser gebe, warum nicht etwa eine Materie von andern Eigenschaften daraus entstehe, darüber wird sich wohl kein Chemiker den Kopf zerbrechen; ob er aber den Gesetzen, denen seine Objecte, die Materien, unterworfen sind, nicht näher kommt, wenn er einsieht, daß die entstehende Wassermenge sich präcis aus der verschwindenden Menge von Wasserstoff und Sauerstoff finden lasse, als wenn er sich keines solchen Zusammenhanges bewußt ist, dies wird keine Frage seyn. —

Wie meine Theorie ins Concrete geht, davon hier ein Beispiel: Gesetzt, wir haben in einem geschlossenen Raume (einem Zimmer) eine Dampfmaschine und eine Partie Kohlen; daneben liegen viele schwere Gewichte zur Erde. Die Wärmemenge, welche durch das Verbrennen der bekannten gegebenen

Gewichtsmenge Kohlenstoff erhalten wird, ist zu berechnen; wir können mithin angeben, um wie viel Grad die in dem Zimmer eingeschlossene Luft durch dieses Verbrennen erhöht werden kann; ob wir schnell oder langsam verbrennen, ob im offenen oder im Raum der Maschine, ist für das Endresultat, für das durch den Verbrennungsproceß gelieferte Wärmequantum gleichgiltig; lassen wir aber mit unserer Kohlenstoffmenge die Maschine arbeiten und die Gewichte heben, so wird ein geringeres Wärmequantum als vorher geliefert; der Ausfall wird aber präcis wieder gedeckt, wenn wir den mechanischen Effect, den die Gewichte durch das Herabsinken liefern, zur Wärmeproduction verwenden. Die Theorie geht noch weiter; sie sagt: man nehme in den Dampfkessel eine andere Flüssigkeit als Wasser, Quecksilber, Schwefelsäure, Alkohol, Aether u. s. w., so wird das Resultat wieder ganz das angegebene seyn; ebenso wird die Construction der Maschine nichts an dem Gesetze ändern. — Du siehst also, lieber Freund, daß es sich um ganz concrete Thatsachen handelt. Solcher Thatsachen aber sind es endlose; das gemeinsame Band, das alle umschließen

soll, ist die Abstraktion. — Daß man unter Bewegung nichts als „bewegte Materie" zu verstehen habe, ergibt sich aus jenem Aufsatze von selbst; ebenso daß unter Wärme „warme Materie" zu verstehen sey[9]); vergl. p. 236 und 240. Aber gerade der allgemeine Ausdruck: „bewegte Materie verwandelt sich in warme (und umgekehrt)" verbindet zahllose Erscheinungen, die bis jetzt in der Wissenschaft isolirt dastehen; gerade dieser Ausdruck führt zu einer ganz neuen Betrachtungsweise der Imponderabilien. Eine sehr dankbare Arbeit ist es für mich, die speciellsten Folgerungen mit den Thatsachen der Experimentalphysik stets und immer im Einklange zu finden, und so für und für die Controle zu führen, die Du mit allem Rechte verlangst. Ein Beispiel für alle. In Lamé's Physik, Band I, Seite 503, heißt es: „M. Dulong ... a trouvé ... cette loi remarquable par sa simplicité: 1⁰ que des volumes égaux de tous les fluides élastiques, pris à une même température et sous une même pression, étant comprimés ou dilatés subitement d'une même fraction de leur volume, dégagent ou absorbent la même quantité absolue de chaleur;

2° que les variations de températures qui en résultent sont en raison inverse de leurs chaleurs spécifiques sous volume constant.“ Dieses Gesetz, welches Dulong „par une série d'expériences“ fand, folgt in der That mit Nothwendigkeit aus meiner Theorie: so zwar daß, wenn die Erfahrung gegentheiliges lehren würde, meine Theorie widerlegt wäre. Zum Glück sind die Experimente der quantitativen Wärmebestimmungen der Gasarten, welche zu den schwierigsten, delicatesten gehören, die es gibt, durch die ausgezeichnetsten Physiker der Welt, namentlich Gay-Lussac, Thénard, Dulong rc., ohne Berücksichtigung der Kosten angestellt und verzeichnet; denn ich muß ohne Umschweife gestehen, daß ich, ohne je selbst über Bewegung und Wärme quantitative Versuche anstellen zu können, nur auf die große Anzahl von Experimenten reflectiren kann, die in der Wissenschaft Währung haben. Dies ist ein, wie ich glaube, erlaubtes Verfahren, das immerhin zu Resultaten führen kann. —

Ich will noch einmal auf die Hauptfrage zurückkommen, aber mich wieder auf die Reibungserscheinung beschränken. Du erklärst den Ausdruck „be-

wegte Materie verwandelt sich in warme" [Orig. „reibende"], für wesentlich nichts neues oder entschieden wichtiges; man weiß freilich, so lang als die Welt steht, daß sich reibende Körper heiß werden. So aber war auch z. B. die Fabrikation des Aethers lange bekannt, ehe man über den Zusammenhang ins Klare kam; für die Lehre vom Alkohol, vom Aether, und für die Lehre einer großen Anzahl damit zusammenhängender Dinge, ist es von nicht geringer Wichtigkeit zu wissen, daß Aether = Alkohol + Wasser [10]), und daß die Schwefelsäure nicht zu Aether wird. Die Frage ist jetzt: entsteht die Wärme bei der Reibung unter Mitwirkung der Bewegung, wie Aether unter Mitwirkung von Schwefelsäure? dann sollte erklärt werden, was der Alkohol bei der Reibung ist, d. h. aus was die Wärme wird. Diese Erklärung zu geben, hat sich die Wissenschaft bekanntlich selbst für impotent erklärt; jetzt entsteht also die Frage: entsteht die Wärme aus der Bewegung der reibenden Materie wie der Aether aus dem Alkohol? Diese Frage, bis dato noch nie aufgeworfen, zur Entscheidung zu bringen, ist etwas, von dem sich die Wissenschaft nicht dispensiren darf;

das Ja oder Nein ist für die gesammte Lehre von der Bewegung und der Wärme, sowohl in der unbelebten als belebten Natur, eine Lebensfrage. —

Die Stelle in Liebig's Chemie rc. p. 32, von der Du mir schreibst, erschien zuerst in seinen Annalen, ich glaube im Februar- oder März-Heft[11]), und bestimmte mich gerade, in einem kleinen Aufsatze einige meiner Hauptsätze in dogmatischer Form vorläufig zu geben, auf die ich das Prioritäts-Recht nicht verlieren mochte. Liebig schrieb mir nun u. a.: „Ueber das was Kraft, was Ursache oder Wirkung ist, herrschen im Allgemeinen so confuse Vorstellungen, daß eine leicht verständliche Auseinandersetzung als wahres Verdienst angesehen werden muß." Man sollte hienach glauben, er selbst wisse sich längst erhaben über die sonst allgemeine Confusion; daß dies aber keineswegs der Fall sey, konnte ich aus seinen „Bewegungserscheinungen im Thierorganismus" zu meiner Zufriedenheit ersehen. Es ist nichts als ein neuer Fleck auf ein altes Kleid; statt mit dem nöthigen Radicalismus zu verfahren, vermengselt er neue Ideen mit alten Irrthümern, und geräth so in wirkliche Fehler (p. 206 und 207).

Die Zusammenstellung der Bewegung mit den Imponderabilien gibst Du mir zu, sagst aber, Du seyst überhaupt gewöhnt, keinen essentiellen Unterschied zwischen diesen und den Eigenschaften der Materien, wie Bewegung und Farbe, zu machen. Dagegen muß ich aber, wie ich dies bereits in meinem Aufsatze gethan, alta voce protestiren; ich erkenne es als Eigenschaften des Goldes an, schwer zu seyn, gegen das Licht, gegen Wärme und Electricität ein gewisses Verhalten (Farbe, Wärmecapacität ꝛc. ꝛc.) zu zeigen; subtrahire die Eigenschaften vom Golde, und es bleibt Rest 0, mit andern Worten: das Gold und seine Eigenschaften sind eins und dasselbe, denn $a - a = 0$.

Es ist aber weder allgemeine Eigenschaft der Materie noch specifische des Goldes, über den Boden erhoben zu seyn, wodurch es fallen kann, noch bewegt, erhellt, erwärmt, electrisch zu sein. Auch keine zufälligen Eigenschaften sind die Imponderabilien; es kann zufällige Eigenschaft eines Goldstücks sein, Dukatenform zu haben; diese Form verliert es leicht und spurlos, wenn es sich in aqua regia auflöst, in der Wärme schmilzt ꝛc.;

ein Dukaten wird sich hier wohl verhalten wie jedes andere Stückchen Gold; die Wärme eines heißen Goldstücks muß auf andere Materien übergehen, wenn es kalt werden soll. — Will man dennoch darauf bleiben, die Imponderabilien neben den sonstigen allgemeinen und specifischen, und den zufälligen Eigenschaften der Materien, auch noch zu den Eigenschaften dieser letzteren zu zählen, so käme es nur noch auf einen Wortstreit hinaus, wenn man dies wehren wollte; man muß nur immer wohl eingedenk seyn, daß die Imponderabilien Eigenschaften sind, welche allen Materien zukommen und wieder allen fehlen können. (Wir wissen zwar aus Erfahrung nichts über absolut unbewegte und wärmelose 2c. Materien zu sagen; so viel aber ist ohne Hypothese anzunehmen, daß durch Entziehung aller Wärme die Materie doch Materie bliebe 2c. — Es ist dies aber nur ein subjectives Raisonnement, auf das ich keinen Werth lege; doch mag es zur schnellen Sonderung der Imponderabilien dienen von Dingen, die keine Imponderabilien sind.) Was eigentlich die Materien seyen (Du sagst mit Recht „es gibt keine Materie, nur Materien") erfährt

man am besten, wenn man Chemie studirt; ebenso ist es mit den Imponderabilien; will man aber doch einen Collectiv-Begriff derselben haben, so glaube ich in meinem Aufsatze S. 234, einen hinlänglich scharfen gegeben zu haben. Will man hingegen ein praktisch concretes Unterscheidungsmerkmal zwischen Imponderabilien und (andern) Eigenschaften, so würde ich die Aufgabe stellen, die Schwere, gelbe Farbe, Form eines Goldstücks auf ein Stück Silber überzupflanzen (ein Abdruck der Form ist deßwegen kein Ueberpflanzen, weil mit dem genommenen Abdruck die ursprüngliche Form bleiben kann), wie sich seine Bewegung 2c. auf eine andere Materie überpflanzen läßt. —

Den letzten Gegenstand habe ich mit einiger Ausführlichkeit hier behandelt, weil es mir von besonderem Werthe ist, daß wir uns über den Begiff „Imponderabilien" möglichst verständigen. —

Du wirst aus dem Bisherigen, wie ich hoffe, nun klar ersehen haben, daß es sich immer und immer um die concretesten Erscheinungen handle. $2 + 2 + 2 = 3 . 2$ und $3 + 3 + 3 = 3 . 3$ u. s. f. kann allgemein ausgedrückt werden $x + x + x = 3x$

und $x + x + x + x + \ldots\ldots = n x$; indem man sich solcher allgemeiner Symbole für Größen bedient, ist man weit entfernt, vom Concreten abstrahiren zu wollen; man involvirt vielmehr dasselbe in pleno; diese allgemeinen Bezeichnungen werden in der Physik beibehalten. Ist also von Bewegung die Rede, so versteht man darunter, daß eine bestimmte Masse mit einer bestimmten Geschwindigkeit sich bewege; die Masse bezeichnet man allgemein mit M, die Geschwindigkeit mit C (oder mit m und c, sofern man Einheiten der Masse und Geschwindigkeit bezeichnen will); p. 236 heißt es nun $v = m c^2$, unter v aber wird ein gewisses Quantum Wärme verstanden, abhängig von m und c. Setzen wir statt m 4 Loth, statt c die Geschwindigkeit von 30′ in 1 Sekunde, so wird v, wie solches aus p. 240 berechnet wird, zu dem Wärmequantum, das circa 5 ß Wasser von $0^0$ auf $1^0$ erhöht. Setzen wir statt $m = 4$ Loth, $m' = 8$ Loth, statt $c = 30'$, $c' = 60'$, so bekommen wir ein anderes Wärmequantum; wie solches zu finden, lehrt die Formel. Es ist $m' \; c'^2 = v'$. Dies gibt in der Rechnung $8 \times 60 \times 60 = 28800$, während $m c^2 = v$ gab

$4 \times 30 \times 30 = 3600$. Da nun $v' = 8 \times 3600 = 8\,v$ gefunden wurde, so erhalten wir das Resultat, daß eine Masse von 8 Loth, mit der Geschwindigkeit von 60′ in 1 Sekunde sich bewegend, das 8fache Wärmequantum von dem liefert, was 4 Loth mit 30′ Geschwindigkeit geben, oder noch concreter, es wird so viel Wärme gewonnen, daß ʒ ß Wasser von $0^0$ auf $1^0$ gebracht wird. Freilich bezieht sich die Rechnung nur auf einfache geradlinige Bewegungen mit angenommener gleichförmiger Geschwindigkeit, während der allgemeine Ausdruck „Bewegung“ alle Bewegungen, als Pendelschwingungen, Undulationen rc. umfaßt; diese letzteren sind ihrer Größe nach auf erstere zu reduciren, und diese Reductionen sind ein Gegenstand der rationellen Mechanik, einer immensen Wissenschaft.

Du hast wohl jetzt gesehen, daß in der That nicht bloß mit Begriffen, sondern sehr mit Materien zugleich operirt wird. — Du wirst aber mit Recht jetzt sagen: „beweise die Wahrheit Deiner Behauptungen.“ In dieser Hinsicht führe ich an: 1) Die nothwendige Consequenz aus einfachen nicht gut zu läugnenden Principien.[12]) 2) Ein Beweis, der,

für mich subjectiv, die absolute Wahrheit meiner Sätze darthut, ist ein negativer; es ist nemlich ein in der Wissenschaft allgemein angenommener Satz, daß die Construction eines Mobile perpetuum eine theoretische Unmöglichkeit sey (d. h. wenn man von allen mechanischen Schwierigkeiten, wie Reibung rc. abstrahirt, so bringt man es doch auch in Gedanken nicht hin); meine Behauptungen können aber alle als reine Consequenzen aus diesem Unmöglichkeits-Principe betrachtet werden; läugnet man mir einen Satz, so führe ich gleich ein Mobile perpetuum auf. 3) Ein dritter Beweis ist vor der Wissenschaft aus den Lehren der Experimentalphysik zu führen. Dieses ist eine an sich nicht limitirte Aufgabe, an der ich unverdrossen fortarbeite, deren einigermaßen vollständige Lösung von einem Einzelnen, der nicht Physiker und Mechaniker ex professo ist, nur nach Verlauf einer Reihe von Jahren zu erwarten steht. —

Daß ich, bei dem raschen Gang der Wissenschaften, einstweilen Fragmentarisches gebe, bevor ich Ganzes zu geben im Stande bin, soll man mir nicht verargen; vielleicht wird einmal Jemand dazu

veranlaßt, die Sache wirklich zu prüfen, statt über dieselbe als über etwas ungeprüftes wegzugehen, und dann habe ich an diesem Prüfenden einen Mitarbeiter, und wenn dies auch nicht, so sind mir doch Prioritäts-Rechte verwahrt, die man, ich sehe es gut, nicht im Schlafe verdient, und kann somit meinen Gang um so ruhiger fortgehen. —

Fragst Du mich endlich, wie ich auf den ganzen Handel gekommen, so ist die einfache Antwort die: auf meiner Seereise mit dem Studium der Physiologie mich fast ausschließend beschäftigend, fand ich die neue Lehre aus dem zureichenden Grunde, weil ich das Bedürfniß derselben lebhaft erkannte; dem erhaltenen Lichte folgend, breitete sich mehr und mehr eine neue Welt von Wahrheiten aus, die ich allein ganz ausbeuten zu können weit entfernt bin, doch thue ich nach Kräften, und früher oder später wird die Zeit gewiß kommen, in der die Wissenschaft die Wahrheiten hell erkennen wird, die ich zum Theil erst in dunkler Ferne ahne. —

In der Hoffnung, bald wieder etwas von Dir, dem wackern Kämpen gegen den empörenden Unsinn

der Parasitentheorie, dessen Urtheil ich in Wahrheit sehr hoch schätze, zu vernehmen,

grüßt Dich aufs herzlichste

Dein Freund M.

Da es offenbar bequemer ist, unfrankirt zu schreiben, so will ich den Anfang damit machen.

## IV.

### An Mayer.

Stuttgart. Calwerstraße 28.
14. Dezember 1842.

Lieber Freund!

Wenn ich Dir dießmal nicht unmittelbar antwortete, so bitte ich Dich, dieß keineswegs einer Verringerung meines Interesses an den Gegenständen Deines letzten Briefes zuzuschreiben; dasselbe konnte nur zunehmen durch die klare Art, wie Du darin Deine Ideen meinem physicalisch-mathematisch unbeholfenen Kopfe näher gebracht und dadurch die meinigen berichtigt hast. In der That hast Du mich von der logischen Richtigkeit — und diese war es doch fast allein, die ich beurtheilen konnte — Deiner Ansichten und Behauptungen so überzeugt, daß mir als fast einzige Einwendung der Wunsch bleibt, Du möchtest auch den Physikern vom Fache die Sache ebenso beweisen können. Demungeachtet

muß ich Dir gestehen, daß es mir, unbefangen betrachtet, doch immer noch nicht recht hinunter will, die „Bewegung" in Deiner Weise den Imponderabilien gleich zu setzen, aber ich muß zugleich gestehen, daß ich mir selbst die Gründe, oder die rechten Worte zu ihrer Entwicklung, nicht ganz klar machen kann, daß sich mehr eine Art logischen oder wissenschaftlichen Gefühls, als eine gegenüberstehende Überzeugung dagegen sträubt, und ich bin weit entfernt mit diesem, das doch vielleicht nur ein residuum der bisherigen, von Dir bekämpften Anschauungen, verbunden mit dem allgemein verbreiteten sogenannten bonsens des gemeinen Lebens ist, Deine Ansichten bekämpfen zu wollen. Nur ein paar Bemerkungen will ich Dir noch vorlegen.

Wenn die ältere Physik die Imponderabilien als wirkliche Materien — denen freilich eben die Schwere fehlen sollte — als eine Art von Flüssigkeiten betrachtete, welche materiell von einem Körper auf den andern übergehen, so that sie dieß mit einem Anschein von Recht, das ihr, wie ich glaube, bis heute doch nur bestritten und noch nicht ganz genommen ist. Es liegt etwas in den Erscheinungen, was

aufs täuschendste diese Ansicht unterstützen mußte, zu der sich, so viel ich weiß, auch Physiker wie Newton bekannten. Bedenke aber einmal, wie es allen unsern Begriffen, jeder irgend unbefangenen Betrachtung zuwider liefe, die „Bewegung" gleichfalls als ein solches materielles Imponderabile, das von einem Körper in den anderen einströmte, anzusehen. Es fehlt hier eine Identität, deren Mangel sich schwer wegraisonniren läßt. Du sagst nun freilich nicht, daß Bewegung und die Imponderabilien dasselbe seien, sondern läßt diese aus jener entstehen, aber Du sagst, Bewegung verwandle sich in sie, also wohl, ungefähr wie man bei einigen physikalischen Experimenten sagen kann: Electricität verwandle sich in Magnetismus. Daß die Imponderabilien in einem wesentlich andern Verhältniß zu den Materien stehen, als die Bewegung, scheint mir auch daraus hervorzugehen, daß sie sich gegen verschiedene Materien, oder vielmehr diese gegen sie, sehr verschieden verhalten. Es gibt eine Wärmecapacität der Körper, verschiedene Körper kommen durch gleiche Behandlung in verschiedene Electricitäts-Zustände, aber es gibt keine Bewegungscapacität,

und alle Körper in der Welt können in gleicher Weise bewegt werden, wenn man nur die dazu nöthige Kraft hat. Jene Fähigkeit der Materien aber, sich so oder so gegen Wärme, Electricität etc. zu verhalten, scheint mir immer noch ebenso zu ihren Eigenschaften zu gehören, wie z. B. ihre Farbe. Gegen die Bewegung verhalten sich alle Materien gleich, d. h. sie lassen sich alle bewegen.

Sage mir doch, was Liebig mit dem Satze p. 32 will: „Man ist so weit gegangen, einen Theil der thierischen Wärme den mechanischen Bewegungen im Körper zuzuschreiben, als ob etc." Er gibt doch selbst überall, z. B. p. 34 zu, daß die Contraction der Muskeln Wärme erzeugt. Du solltest Deine Ansichten auf Physiologie anwenden; wäre ich mehr in die Sache eingeweiht und verstünde ich überhaupt etwas Rechtes davon, so würde ich's unbedingt versuchen. Es freute mich, in Deinen Ansichten von den Imponderabilien, überhaupt von den Eigenschaften der Materie, Etwas zu finden, was ich auch schon bei Gelegenheit geltend gemacht habe. Ich habe mit den meisten besseren Physiologen Gründe genug, in der thätigen Nervenfaser eine

materielle Veränderung anzunehmen; nun mußte ich schon mehrmals hören: man brauche dieß nicht anzunehmen, man habe an den Imponderabilien Beispiele, wie Körper, ohne irgend welche Veränderung ihrer Form oder chemischen Constitution, doch wesentlich andre Eigenschaften annehmen, anders gegen andre reagirten. Ich wies aber immer diese Vergleichung mit der Electricität etc. ab, und behauptete, daß die Imponderabilien etwas ganz Anderes seien, da sich das in den Nerven Thätige nicht auf andere Nicht-Nerven überleiten lasse. Empfindung etc. ist gewiß eine Eigenschaft in Deinem Sinn, wie Farbe, Schwere etc. des normalen Nerven. —

Ich meine, Du solltest rasch einzelne Theile Deiner Behauptungen in kleineren Abhandlungen publiciren, aber so, daß die Andern Deine Ideen nicht schießen und nicht verhunzen können. Bist Du einmal Deiner Sache gewiß, und kannst sie umfänglich beweisen, so wendest Du Dich an die Académie des sciences oder an A. Humboldt. In seinem Vaterlande ist man kein Prophet. Mach' nur Versuche! — Es wird doch auch einfache geben, wozu die großen, kostspieligen Apparate nicht noth-

wendig sind. Bedenke, von welcher Wichtigkeit es wäre, aufzufinden, ob z. B. die Wärme, die zur Entstehung vieler organischer Processe nothwendig ist (z. B. Brüten), dieß dadurch ist, daß sie zu Bewegung verwandt wird. Doch dieß wird Dir vielleicht als Unsinn vorkommen. Allein ich gestehe Dir, wo ich nur eine Möglichkeit sehe, die Vorgänge an den Organismen dem geheimnißvollen Mysticismus der Vitalisten etc. zu entreißen und für sie Analoges oder Identisches an der übrigen Materie zu finden, dem die organisirte auch unterworfen wäre, halte ich's für einen Fortschritt. Die Ausbildung und Durchführung einer rein physikalischen Ansicht der Lebensprocesse halte ich für die Aufgabe der Physiologie unserer Zeit. Es wird Dir bekannt sein, welche glänzende Beiträge zu solcher z. B. Schwann geliefert hat. —

Hast Du den Aufsatz in den Hallischen Jahrbüchern gelesen?

Deiner freundlichen Einladung bedaure ich für jetzt nicht folgen zu können; vielleicht sehen wir uns im Sommer wieder.

Adieu. Mit herzlichem Gruß. G.

## V.

### An Griesinger.

Lieber Freund!

Wenn ich ein Schreiben von Deiner Hand erhalte, so werde ich jedesmal auf eigene Art angenehm electrisirt. Besonders freute es mich diesmal, da ich sah, daß wir in gegenseitigem Verständniß uns um ein gutes näher gerückt sind; ich beeile mich nun, Dein Werthes, Punkt für Punkt zu beantworten. —

Hängt man in einem Zimmer einen nassen Lumpen auf, so wird er nach und nach trocknen; sein Wasser, man weiß es gewiß, hat sich im ganzen Zimmer verbreitet; ebenso, wenn man eine erhitzte Kugel aufhängt, kühlt sie sich in dem Maße ab, wie sich die Wärme austheilt. Die Wärme, das Wasser, sie verhalten sich hier vollkommen gleich; beide sind ja auch [13]), vide p. 234, unzerstörliche (und

wandelbare) Objecte [Orig. „Materien"]. Man geht nun gleich weiter; man schließt: Wärme ist eine Materie wie das Wasser; da der Lumpen nach dem Trocknen leichter geworden, die Kugel nach dem Abkühlen nicht, so nimmt man der Wärme die Eigenschaft der Schwere; da sich das Wasser in Gefäße sperren läßt, die Wärme nicht, so nimmt man letzterer auch die Eigenschaft der Coërcibilität oder was dasselbe ist, der Impenetrabilität, Raumerfüllung. — Was bleibt jetzt übrig, wenn man die Wärme eine Materie nennt, versteht sich eine superfeine, ganz ätherische, alkoholisirte und magisch-dämonische? — Du gibst unbezweifelt sogleich zu, daß es keine Materie gibt, sondern nur concrete Materien (chemische Stoffe); diesen letzteren allen kommen, wie wir wissen, die Eigenschaften der Ponderabilität und Coërcibilität zu. Daß wir alle Objecte, die diese beiden ausgezeichneten Eigenschaften besitzen, in einem Collectivnamen zusammenfassen, ist streng wissenschaftlich; und der Physiker wie der Frachtfuhrmann und wie jedermann, hat das Recht, statt alle Materien einzeln aufzuzählen, sie unter einem allgemeinen Namen aufzuführen, und dann noch zu unterscheiden zwischen

elastischer, flüssiger, zerbrechlicher Materie und wie man will. Wenn man anhebt, vom ersten Urstoff bis zum letzten, und sagt: diese wohl bekannten Objecte, samt allen Verbindungen, die sie unter sich eingehen, sind Materien, so weiß man, was man meint, wenn man von einer Materie spricht; will man dann noch „Materie" definiren, so sagt man gewiß mit vielem Rechte: Materien sind ponderable, impenetrable (d. h. Raum erfüllende) Objecte. Dies der durch Erfahrung gegründete Begriff: Materie. Nimm nun dem Ponderabeln, Impenetrabeln seine Ponderabilität und Impenetrabilität, so hat man imponderable rc. Materien, „Imponderabilien". — Sage also: die Imponderabilien sind Objecte, von denen die Erfahrung unter allen Umständen lehrt, daß sie nicht gewogen werden können, die aber doch vielleicht wägbar sind u. s. w., so wird damit nicht viel gewonnen seyn; man wird dann freilich von einer rohen gemeinen Materie und einer ätherisirten rc. phantasiren können, und wohl auch wie Naumann in seiner „Allg. Pathol. als Regulativ rc." Heft 1 von einer Lichtform der Materie faseln; damit kommen wir nicht weiter. Ich muß wiederholen,

was ich p. 233 und 234 sagte: man kann den in der Erfahrung begründeten Begriff von unzerstörlichen, wandelbaren Objecten aufstellen. Darunter gehören ganz gewiß die chemischen Urstoffe und ihre Verbindungen unter sich, die durch die ihnen allen gemeinschaftlichen Eigenschaften als unzerstörliche, wandelbare, ponderable (und coërcible) Objecte charakterisirt werden können; nehmen wir die zwei letzten Eigenschaften weg, so bleiben unzerstörliche, wandelbare imponderable Objecte übrig, deren Objectivität durch die Erfahrung ebenfalls constatirt ist (wenigstens so gut als der ponderabeln). Diese letzteren wird man mit Fug Imponderabilien nennen. Ob man nur der ersten Classe ausschließlich den Namen Materien beilegen, oder diesen auch auf die letzte ausdehnen will, bleibt natürlich dem Ermessen des Einzelnen, und noch besser dem Sprachgebrauche anheimgestellt. Gesetzt, man dehnt ihn auf beide Classen aus, so thut man doch weise, wenn man in Beziehung auf die zweite Classe an den Namen keine präjudicirten Begriffe knüpft, die aller Erfahrung Hohn sprechen. Dies ist mein durch sorgfältiges Studium der Einzeln-Erscheinungen moti-

virtes Urtheil über die Materialitätsfrage der Wärme ꝛc. Es ist die täglichste Thatsache, zu der die Geschichte der Wissenschaften unzählige Beispiele liefert, daß bei näherer Forschung sich die Sachen wesentlich anders gestalten, als die Sinneseindrücke vermuthen ließen; die Erde ist rund, sie dreht sich, die Gestirne stehen fest etc.; man muß sich deßhalb hüten, auf ein wissenschaftliches Gefühl, ein Präjudiz zu gründen; dies heißt mit anderen Worten „sapere aude". Newton allerdings nahm seiner Zeit einen besonderen Lichtstoff an und gründete darauf seine Emanationstheorie; die Mechanik des Lichtes, die in neuerer Zeit durch die fortschreitende Entwicklung der Mathematik eine hohe Stufe erreicht hat, findet die Oscillationstheorie überall bestätigt, und ihr gebührt hier eine Stimme; gerade auch in Folge eines wissenschaftlichen Gefühls war ich ein steter warmer Anhänger der Emanationshypothese, bis mir in Folge meiner Entdeckung im Gebiet der Imponderabilien eine ganz entgegengesetzte Ueberzeugung ward; daß das Licht nichts ist als eine Wellenbewegung (Oscillation, Undulation) ergibt sich daraus von selbst; das Licht ist also ganz analog dem Schall,

oder der Welle, die in ruhigem Wasser durch einen hineingeworfenen Stein z. B. erregt wird; die Welle, sie ist weder ein besonderer Stoff, noch ist sie bloßes Wasser, sondern sie ist bewegtes Wasser; die einmal erregte Welle, die Bewegung des Wassers dauert fort und fort, bis sie, wie man mit Recht sich ausdrücken kann, durch die Reibung aufhört; sie wird aber nicht spurlos verschwinden, sondern Wärme hinterlassen, denn wir wissen, daß sich Wasser durch Schütteln erwärmt; diese gelieferte Wärme ist wieder die Kraft, die zur Bewegung des Steines aufgewendet wurde; kennen wir die Höhe, von der der Stein herabfiel, oder die Geschwindigkeit, mit der er ins Wasser fiel, und sein Gewicht, so läßt sich die Wärmemenge, die entstehen muß, berechnen; die Rechnung zeigt aber ganz klar, daß wir hier mit dem Thermometer nicht nachspringen können, so wenig etwa als ein Chemiker einen See analysiren kann, um 1 Gran Sublimat zu finden. Deßhalb müssen eben die Versuche anders angestellt werden.

Unter Bewegung verstehe ich nichts anders, als was der Sprachgebrauch mit diesem Wort bezeichnet; sie wird, wie ich Dir schrieb, gemessen

durch das bewegte Ponderable, d. h. dessen Gewicht und seine Geschwindigkeit. Wenn Du glaubst, ich halte die Bewegung, wie Du sagst „für ein materielles Imponderabile, das von einem Körper in den andern einströmt", so bin ich in dieser Beziehung von Dir grandios mißverstanden; Gott bewahr mich in Gnaden vor solchen Ideen! —

Ferner schreibst Du: „Du sagst nun freilich nicht, daß Bewegung und Imponderabilien dasselbe seyen, sondern läßt diese aus jener entstehen". Dies ist aber gerade Grund- und Cardinal-Gedanke: Bewegung **ist** ein Imponderabile, vollkommen so gut wie die Wärme. Vergl. p. 234, wo ich in der Definition Kräfte und Imponderabilien für eins und dasselbe erkläre, und p. 235 Zeile 21, wo ich sage „Fallkraft und Bewegung sind Kräfte rc." Meine Behauptung ist ja gerade: Fallkraft, Bewegung, Wärme, Licht, Electricität und chemische Differenz der Ponderabilien sind ein und dasselbe Object in verschiedenen Erscheinungsformen. Ohne Wortstreit also: wenn ich eines dieser Dinge ein Imponderabile heiße, so ist klar, daß ich den Namen auch den übrigen allen beilege. Warum ich diese Classe von Dingen auch

„Kräfte“ nennc? dies geschieht dem Sprachgebrauche zu liebe; die deutschen, französischen und englischen Schriftsteller über Naturwissenschaften stimmen, so weit ich sie kenne, alle miteinander darüber überein, daß Ursachen, welche eine Bewegung hervorbringen, Kräfte seyen, nur wird die Definition von einem in der, von einem anderen in jener Richtung noch weiter ausgedehnt. Wenn Du nun mit dem weißen Ball auf den rothen spielst, was ist die Ursache von der Bewegung, welche der rothe erhält? Die rationelle Mechanik weiß, daß die Bewegung, die der rothe bekommt, genau der Bewegung, die der weiße verliert, gleich ist. Was ist in allen diesen verschiedenen Fällen die Ursache der neuen Bewegung anders, als die zuerst gegebene? „Bewegung ist die Ursache von Bewegung“, heißt nach dem Grundsatze causa aequat effectum, „a ist = a“, was man zugeben sollte. Freilich, heißt man Bewegung eine Kraft, so ist es von vorn herein mißlich, auch von einer Schwerkraft zu sprechen, und dies prächtige Wort, bei dem sich soviel denken läßt, da es eigentlich gar keinen Sinn hat, werden

sich die speculativen deutschen Naturphilosophen möglichst reserviren. —

Angeregt durch eine Stelle Deines Briefes muß ich nun die Sprache auf ein großes Capitel bringen, wo ich mich aber wieder hier auf den kleinsten Punkt nach Möglichkeit beschränke; ich meine das Verhalten der Materien (darunter verstehe ich ein für alle mal das Ponderable) gegen die Imponderabilien.

Wir wollen eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, der Kürze halber mit A bezeichnet, annehmen. Ein gewisses Volumen derselben, z. B. ein Kubik-Zoll wird, um von 0° auf 1° erhöht zu werden, einer bestimmten Quantität Wärme bedürfen. Haben wir nun eine andere Flüssigkeit, B, und finden wir, daß wir mit der ebengenannten Quantität Wärme 10 Kubik-Zoll von 0° auf 1° erhöhen können, so sagen wir: die Wärmecapacität von B verhält sich zu der von A wie 1 : 10. Allgemein: die Wärmecapacitäten verhalten sich umgekehrt wie die Volumina verschiedener Materien, die durch dieselbe Wärmemenge dieselbe Temperaturerhöhung erleiden. Dies ist bekanntlich der Begriff der Wärmecapacität, aus

dem sich von selbst ergibt, daß die verschiedenen Wärmemengen, welche verschiedene Materien erfodern, um dieselbe Temperaturerhöhung zu erfahren, sich verhalten wie die Produkte ihrer Volumina in ihre Capacitäten; sind also diese Producte gleich, so sind natürlich auch die genannten Wärmemengen dieselben; z. B. die Wärmecapacität von A = 1 gesetzt, hat B die Capacität = 0,1. Ein Volumen von A wird also, um dieselbe Temperaturerhöhung zu erfahren, die gleiche Wärmemenge bedürfen als 10 Volumina B, denn 1 × 1 = 0,1 × 10.

Gehen wir jetzt auf das Verhalten der Materien gegen Bewegung über. Es ist auf den ersten Blick klar, daß wiederum durch denselben Kraftaufwand verschiedene Materien verschiedene Bewegungen, id est Geschwindigkeiten erlangen. Finden wir nun wiederum, daß durch denselben Kraftaufwand, durch den ein Kubik-Zoll Eisen eine bestimmte Geschwindigkeit erlangt, 10 Kubik-Zoll Holz dieselbe Bewegung erhalten, so kann man ganz conform wie oben sich ohne Zweifel so ausdrücken: Die Bewegungscapacität des Holzes verhält sich zu der des Eisens wie 0,1 : 1. Bewegungscapacität im engern Sinne,

sofern man nemlich allemal zuerst den ruhenden Zustand der Materien zu Grunde legt, ist unter dem Namen specifische Schwere männiglich bekannt. Es versteht sich nun wie oben wieder ganz von selbst, daß, wenn die Producte verschiedener Körper aus ihrem Volumen in ihre specifische Schwere sich gleich sind, diese Körper durch gleiche Kräfte gleiche Bewegungen (d. h. gleiche Geschwindigkeiten) erlangen müssen. Z. B. wenn das Eisen die Bewegungscapacität = 1 hat, und das Holz = 0,1, so wird durch dieselbe Kraft 1 Volumen Eisen so schnell bewegt als 10 Volumina Holz, denn $1 \times 1 = 0{,}1 \times 10$. Dieses Produkt aus der Bewegungscapacität einer Materie (von ihrem ruhenden Zustande ausgegangen), oder was dasselbe, aus dem specifischen Gewicht einer Materie in ihr Volumen, nennt man das absolute Gewicht; ist also das absolute Gewicht zweier Materien, zweier Körper gleich, so erhalten sie durch denselben Kraftaufwand gleiche Bewegungen. —

Ein weiteres Verhalten der Materien gegen Bewegung ist die Elasticität, ganz conform der Leitungsfähigkeit der Materien für Electrizität;

ferner Zähigkeit, Sprödigkeit ꝛc., sind Eigenschaften der Materien, die sich auf Bewegung beziehen. Ich will dies sehr interessante Capitel hier nicht weiter verfolgen. Du wirst einsehen, daß alle Materien bewegt, erwärmt, elektrisirt werden können; alle können räumlich getrennt und vereinigt, chemisch gebunden oder frei seyn; sie verhalten sich aber nach ihrer verschiedenen Qualität zu verschiedenen Imponderabilien verschieden, daher die Begriffe specifisches Gewicht, Wärmecapacität und Mischungsgewicht; die detaillirte Auseinandersetzung ist Gegenstand mehrerer Wissenschaften. — Farbe, Durchsichtigkeit u. dgl. m. sind natürlich auch solche Eigenschaften, und zwar die, die sich auf das Verhalten zum Lichte beziehen. —

Noch muß ich dem obigen hinzufügen, daß ich dort die Wärmecapacität in Beziehung auf das Volumen angegeben habe; dividirt man die so für die Wärmecapacität erhaltenen Zahlen mit dem specifischen Gewicht der betreffenden Materien, so erhält man die Wärmecapacität in Beziehung auf das absolute Gewicht; es gibt nun ganz dasselbe Resultat, ob ich die Wärmecapacität eines Körpers

nach dem Volumen geordnet, mit dem Volumen, oder ob ich die Wärmecapacität nach dem absoluten Gewichte, mit dem absoluten Gewichte multiplicire. Z. B. ist das specifische Gewicht der Flüssigkeit A = 1, das von B = ½, so ist (die Wärmecapacität von A dem absoluten Gewichte nach = 1) die Wärmecapacität von B nach dem absoluten Gewicht nicht wie oben = 0,1, sondern gleich 0,1 : 0,5 = 0,2. Daraus folgt klar, daß das fünffache Gewicht von B durch die nemliche Wärmemenge dieselbe Temperaturerhöhung erfährt, als das einfache von A, denn es ist wieder 1 × 1 = 5 × 0,2. —

Liebig in der fraglichen Stelle p. 32 meint ohne Zweifel so: ohne Aufwand einer Kraft kann keine Wärme entstehen; will man einen Theil der thierischen Wärme von der thierischen Bewegung ableiten, so ist damit nichts gewonnen, denn diese Bewegung setzt zu ihrer Entstehung selbst wieder den Aufwand einer Kraft voraus, und dies versteht er unter der letzten Ursache der Wärme, pg. 34; natürlich muß ich diesem ganz beipflichten, wiederhole aber hier nochmal, das Liebig diese Idee nicht weiter verfolgt und zu durchsichtiger Klarheit

bringt, sonst würden seine „Bewegungserscheinungen“ gewiß anders ausgefallen sein. —

Vom Gebiete der belebten Natur will ich für heute lieber ganz abstrahiren; wir machen dies zu einem Gegenstand besonderer Besprechung; der Gang, den ich hier nehme, ist der, daß ich vom Terrain der physikalischen Wissenschaften aus im Gebiete der Physiologie festen Fuß zu fassen suche; daraus folgt, daß ich ersteres so viel möglich befestigt wissen will, ehe ich mit Sicherheit weiter schreiten kann; es kommt also wesentlich darauf an, daß wir uns in ersterer Beziehung verständigen, und dann können wir um so eher in der Physiologie zu erklecklichen Resultaten gelangen. Einwürfe, die Du mir machst, werde ich immer mit großem Vergnügen aufnehmen; der einzige Feind, der mir bis jetzt zu schaffen macht, ist der Indifferentismus. Daß die Physiker vom Fache nicht schnell sich geneigt zeigen, Begriffe, die ihnen die Schule mit der Muttermilch beigebracht hat, aufzugeben, ist natürlich und auch zu loben; ich sage nur, „prüfet alles etc.“ Daß Du meine Theorie der Prüfung werth findest, achte ich bereits für entschiedenen Gewinn. — Du wirst übrigens

aus Allem ersehen haben, daß ich eifrig bemüht bin, alles unerweisliche, oder gar hypothetische von meinen Behauptungen auszuschließen, dieselben vielmehr mit mathematischer Präcision zu entwickeln. Deinem Rath, kleinere Abhandlungen vorerst zu publiciren, kann ich nur beipflichten; vielleicht wäre es der sicherste Weg, um Prüfung, resp. Widerspruch zu erwecken, wenn ich eine etwas ausführlichere und gemeinverständlichere Entwicklung des anorganischen Theiles, als dies in den Annalen geschah, im Archiv für Physiologische Heilkunde gäbe, mit einigen wenigen aber vollkommen durchsichtigen Grundsätzen für die Physiologie, die darauf gegründet würden. Wenn dann nur so ein Präceptor wie Rampoldt, Rösch, Eisenmann etc. käme, so wollte ich, glaub' ich, wohl wieder dienen. Daß ich mich aber auch vor Physikern vom Fach nicht zu fürchten brauche, wirst Du mir vielleicht glauben; wenigstens kann Dir die ungesäumte Aufnahme meines Aufsatzes in die Annalen zu einigem Beweise dienen, daß meine Behauptungen nicht der Wissenschaftlichkeit ermangeln. — Der anorganische Theil würde aber immer verhältnißmäßig groß ausfallen,

und das Verständniß desselben einige Kenntnisse der Physik, also auch der Mathematik voraussetzen, und in dieser Beziehung weiß ich nicht, in wie fern sich dies mit dem Zwecke dieser medicinischen Zeitschrift verträgt. Physikalische Formeln könnten auf keinen Fall ganz wegbleiben. Es wäre mir lieb, Deine Ansicht darüber zu hören. — Gegenwärtig bin ich mit dem Studium der höhern Mathematik und der Mechanik viel in Anspruch genommen; dies muß aber auf alle Fälle seyn, und da giebt es so viel zu thun und zu lernen, daß ich in den nächsten Monaten nicht daran kommen werde, in einer andern Richtung zu arbeiten und selbst Versuche anzustellen; ebenso konnte ich seit langer Zeit nicht recht daran kommen, an die Electricitäts-Lehre und an die chemischen Vorgänge zu gehen, ob ich gleich wohl sehe, daß es hier sehr viel zu thun giebt; in Gottes Namen ars longa, vita brevis; ich thue, was ich kann, sagt der Oberarm. —

Durch seine mikroskopischen und mechanischen Versuche hat Schwann sich allerdings ein bleibendes glänzendes Verdienst erworben, und manch' thörichte Hypothese über thierische Bewegung ausgekehrt. —

Löwenthal's Aufsatz „zur Kritik der heutigen Naturwissenschaften" habe ich etwa vor einem Vierteljahr zu Gesichte bekommen, demselben aber nicht viel Aufmerksamkeit geschenkt, da er mehr mit philosophischen, einem Laien in dieser Schule unverständlichen Reflexionen beginnt, als eine klare naturwissenschaftliche Anschauung zum Besten gibt; kurz die Sache schien mir für mich nicht verständlich genug, weßhalb ich sie bei Seite legte. [14]) —

Doch ich schließe für diesmal. In der Hoffnung, bald wieder etwas von Dir zu vernehmen, grüßt Dich herzlich

Dein

Geist.

Heilbronn
16 December 1842.

## VI.

Herrn Dr. R. Mayer, Ober-Amtswundarzt
in Heilbronn.

Stuttgart 18 Mai 1843
[Poststempel.]

Liebster Freund!

Ich hoffte sicher, Dich bei der hiesigen ärztlichen Versammlung zu treffen und dabei Gelegenheit zu haben, Dich über die Dinge, mit denen Du Dich beschäftigst und die mich nicht wenig interessiren, zu sprechen. Heilbronn war aber nur durch Arzt Sicherer repräsentirt, Du wirst Dich also schon dazu verstehen müssen, mir wieder einmal schriftliche Nachrichten von Dir zukommen zu lassen. Unsre Correspondenz ist vorigen Winter auf einem Punkte hängen geblieben, wo ich noch allerlei einzuwenden hatte, ich wollte Dich aber damit nicht mehr belästigen, da meine Einwürfe und Bemerkungen doch eigentlich die eines Laien in der Sache sind, und

nicht mit gehörigen physicalischen und mathematischen Gründen vertheidigt werden können; ich werde also kaum auf andere Weise an Deinen Untersuchungen Antheil nehmen können, als indem ich sie mir von Dir erzählen lasse, wenn Du auf Resultate kommst, eine Freude daran habe und dann sehe, was weiter damit zu machen ist. Ohne Zweifel haben Dich Deine Meditationen seither auf weitere Punkte oder auf nähere Bestätigung oder Begründung der alten geführt; willst Du mir einmal etwas darüber mittheilen, so wird es, wie gesagt, ein freudiges Interesse bei mir finden.

Wie steht es denn mit Deinem früher geäußerten Vorsatz, einen Artikel für das Journal meiner Freunde zu schreiben, in dem Du eine Anwendung Deiner Sätze auf die Physiologie versuchtest? Ich hoffe, Du hast diesen Plan nicht aufgegeben und schickst bald einen so wenig als möglich abstract gehaltenen, und gehörig mit Beispielen durchspickten Artikel. Du hast Dich viel mit dem Begriffe Kraft abgegeben. Lotze hat in seiner — guten — allgemeinen Pathologie (die ich für das letzte Heft des Archivs angezeigt habe) auch auf den verschiedenen

Sinn aufmerksam gemacht, den dieß Wort in der organischen Natur haben kann; so sehr ich ein Gegner der Ansichten bin, die er bekämpft und in dieser Beziehung ganz mit ihm harmonire, so will mich doch auch seine Ansicht darüber nicht befriedigen. Er meint, man könne von Kraft (z. B. Lebenskraft) in den Organismen nur in dem Sinne der Mechanik, nemlich um die aus einem ganzen System von Massen hervorgehende Größe der Leistung zu bezeichnen reden, nie aber darunter eine Ursache verstehen. Ich weiß aber nicht, wo er dann mit den Ursachen der ersten Entwicklung des Keims hin will. Ich denke, wenn Du in Deiner Arbeit auf solche Punkte von Deinem Standpunkt aus Dich einließest, könnte es nichts schaden. Ich will sehen, ob wir uns nicht diesen Sommer einmal sprechen; Du wirst doch auch einmal Deiner Frau die Herrlichkeiten Stuttgarts zeigen. —

Die ärztliche Versammlung hat mir großen Spaß gemacht, sie endigte Nachts 1 Uhr mit einem Zustande von Heiterkeit, von dessen Nachwehen ich mich kaum ganz erholt habe. Die bittersten Feindschaften gegen die physiologische Medizin lösten sich

hier in eine Harmonie auf, welche die Geschichte der Wissenschaft in ihre Tafeln graben wird.

Adieu, mein bester Geist! Von Herzen grüßt Dich

Stuttgart, Calwerstraße 28.
17. Mai 1843.

Der Deinige

W. Griesinger.

## VII.

## An Griesinger.

Lieber Freund!

Als Antwort auf Dein liebes Schreiben vom 17. [Orig. 27.] Mai v. J. schicke ich Dir hiermit den Entwurf[15]) einer Journal-Arbeit, der ich viele Zeit und Arbeit gewidmet habe. Ich bitte Dich, dieselbe namentlich auch in Beziehung auf die Form zu beurtheilen. Pfeufer, damals noch in Zürich, welcher hier von einem Dritten von der Sache etwas unterrichtet wurde, drang lebhaft in mich, wieder etwas zu veröffentlichen, da er sich von der Theorie für die Physiologie viel verspreche, was mich noch insbesondere bestimmte, das Ganze der Physiologie möglichst nahe zu rücken. Von der Richtigkeit der Sache habe ich mich längst auf wissenschaftlichem Wege mit völliger Gewißheit zu überzeugen Gelegenheit gehabt, und jemehr ich mich

in das Gebiet der Physik hineinarbeite, um so mehr erhalte ich Bestätigung. Es ist jetzt die Frage: wie soll ich es bewirken, daß irgend jemand die Sache ernsthaft prüft, einer wirklichen Critik unterwirft? Hältst Du den eingeschlagenen Weg für geeignet? Doch genug für heute, da Du ja einen dicken Brief bekommst, den Du am besten mit S. 49 zu lesen beginnen wirst; ich habe mir vorgenommen, die Arbeit heute noch aus dem Hause zu geben, und die Zeit verstreicht. Ausführlicheres sobald Du willst, und Du den Gegenstand nicht perhorrescirst.

Mit herzlichstem Gruß

Dein

Heilbronn, 11 Juni 1844.

treuer Geist.

## VIII.

### An Griesinger.

Lieber Freund!

Du wirst das Ueberschickte erhalten haben, das ich am 11. huj. hier aufgegeben habe, und wirst, wie ich überzeugt bin, mir den Freundschaftsdienst gerne thun, Deine Ansicht darüber mir mitzutheilen. Gerne hätte ich Dir gleich einiges weitere zur Beurtheilung des fragmentarisch gegebenen mitgetheilt, was mich aber hievon vor allem abhielt, war die Besorgniß, Dir mit zu vielerlei zugleich zu kommen, weßhalb ich vorziehe, hier nachträglich Erläuterungen zu geben. In drei Beziehungen wünschte ich eine Beurtheilung des vorliegenden von Dir zu vernehmen: in formeller, logischer und physiologischer Hinsicht. Du wirst, was das erste betrifft, bemerken, daß ich Deinem Rathe, mich möglichst wenig abstract zu halten, nachzukommen mich sehr befleißigt

habe; es versteht sich dabei immerhin, daß es nothwendig war, aus den Einzelnerscheinungen zu allgemeinen Begriffen und Lehrsätzen zu gelangen, wobei ich mir aber die möglichste Klarheit und Freiheit von allem Hypothetischen und eitel Speculativen zur ersten Aufgabe machte; ich glaube daher auch rein auf dem Boden der Empirie geblieben zu seyn.

Dieses Streben nach Positivem ist es, das, wie ich glaube, wir, dem Geist der Zeit huldigend, im Gebiete der Physiologie gemeinschaftlich festhalten; hiezu ist aber unbedingt nothwendig, daß man Kenntniß vieler chemischer sowohl als physikalischer Vorgänge der anorganischen Natur bei Erforschung der Lebenserscheinungen besitze; dem Physiologen kann es z. B. nicht gleichgiltig seyn, über die Zusammensetzung der Kohlensäure vollkommen im Klaren zu seyn; ist Kohle + Sauerstoff = Kohlensäure oder nicht? Kann sich die ausgeathmete Kohlensäure auf Kosten des verzehrten Kohlenstoffs und eingeathmeten Sauerstoffs bilden oder nicht? Ganz die gleiche Frage ist es: kann der im Thiere erzeugte mechanische Effect auf Kosten eines vor sich gehenden Verbrennungsprocesses sich bilden oder nicht? Die

Production mechanischer Effekte ist eine Hauptaction sämtlicher Animalien. Wenn nun ein ausgezeichneter Mathematiker meine Theorie auf einmal damit todtschlug, daß er sagte, das Gebiet der Wissenschaften sey bereits übergroß genug, und daher eine Erweiterung keineswegs wünschenswerth, so hoffe ich, Du werdest dieses Argument nicht unterschreiben, sondern zugeben, daß es für die Physiologie von Wichtigkeit ist, über die zuletzt aufgestellte Frage eine entschiedene Antwort zu bekommen. Diese Frage habe ich, wie Du weißt, mit Entschiedenheit bejaht; wenn sie aber auch die Wissenschaft verneint, gleichviel, wenn man nur mit der Sache ins Reine kommt; wenn aber die Wissenschaft gar keine Antwort, keine Zeit und Muße zur Prüfung und Ueberlegung hat, wenn unter der Fülle dessen, was alle Tage gedruckt wird, der in Rede stehende Gegenstand wie ein Tropfen im Meer spurlos unbeachtet bleibt, dann natürlich: oleum et operam perdidi.

Offen gestanden, dieses Resultat der Sache ist mir das wahrscheinlichste; weßhalb ich mit mir auch nicht im Reinen bin, ob ich die Arbeit, von der ich nach Proportion sagen kann: nonum prematur in

annum, veröffentlichen soll oder nicht. Daß es mir von vielem Werthe ist, gerade darüber Deine freie Ansicht zu hören, kannst Du überzeugt seyn, und dies ist ja der Hauptgrund, warum ich Dir den Entwurf geschickt habe. In Hoffnung, bald etwas von Dir zu hören

Heilbronn
14 Juni 1844.

Dein treuer Freund

Mayer.

Noch fällt mir ein, Du erwartest vielleicht, daß ich Dir eine speciellere Anwendung auf Physiologie angebe; hier muß sehr langsam und vorsichtig fortgeschritten werden. Das nächste ist die Betrachtung des animalischen Stoffwechsels. Ein logischer Instinkt hat die Physiologen seit einiger Zeit auf den axiomatischen Satz geführt: keine Action ohne Stoffwechsel; dieser Satz wird durch meine Theorie schon von physikalischer Seite aus mit Bestimmtheit ausgesprochen; es fragt sich aber nun in der Physiologie „wie und was und wann und wo?“ Du wirst mir zugeben, daß bis dato an eine Lösung dieser Fragen nicht zu denken war; um hiezu zu gelangen, ist nach meiner Ansicht die von mir gegebene physikalische

Theorie nothwendiges Erfoderniß. Setzen wir diese einmal voraus, so sehen wir, daß ein Mensch (oder ein Thier), der 160 Pfund schwer ist, um 7 Fuß in die Höhe zu steigen, zu dieser Action 1 Gran Kohlenstoff verbrennen muß. Der Organismus ist aber nicht im Stande, diesen Gran behufs der gewünschten Action, d. h. zur Hebung von 160 Pfund auf 7 Fuß, allein zu verbrennen, ohne zugleich vermehrte Wärme zu erzeugen; denn die verstärkte Respiration, ohne welche der Gran nicht verbrennen kann, setzt an sich ein größeres Wärmebedürfniß voraus, um die Luft zu erwärmen, welche in größerem Quantum ein- und ausgeführt wird, und um die verstärkte Wasserverdampfung zu bewirken, wenn man an ein Echauffiren des ganzen Körpers auch noch nicht denken will. Statt 1 Gran findet also etwa ein Mehraufwand von 2 1/2 Gran statt, 1 Gran zu mechanischem Effekt und 1 1/2 Gran zu vermehrter Wärme. (Ueberall lassen sich mit Dampfmaschinen keine unebenen Parallelen ziehen.) Nachdem das quantitative des zu einer Action nöthigen Stoffwechsels, auf experimentalem Wege durchaus, aber theilweise auf physikalischem, theils auf physiologischem, ein-

mal festgestellt, fragt es sich um das Wie der Verbrennung; hier gibt uns die Physiologie und Chemie in der Lehre von der Aufnahme des Sauerstoffs durch Lunge und Haut Aufschluß. Dann fragt es sich aber: was verbrennt, oder wo geht der Stoffwechsel vor sich? Nach meiner Ansicht, welche sich durch sehr triftige Gründe unterstützen lässt, geschieht dieß vorzugsweise in der Höhle des Gefäßsystems; außer der Function, das Material zur Ernährung zu geben, hat demnach das Blut die sehr wichtige Function, beständig zu brennen, und auf diese Art das Material gleichsam zu den Actionen zu geben, über welches die festen Theile nach ihrer Art disponiren. Die Muskelfaser braucht [Orig. „bedarf"], um durch Contraction einen Effekt zu liefern, keine materielle Veränderung zu erfahren; zur Heizung unserer Stube bedürfen wir keines kostbaren Schnitzwerkes; buchene Scheiten thun's ebenso gut und besser; das Blut sagt, wie der katholische Pfarrer zu seiner Gemeinde, zu den festen Theilen: ich brenne für euch Alle [16]). Eine Abnützung, ein Stoffwechsel der Organe selbst wird damit nicht geläugnet, ist aber eine Sache für sich und steht mit

der besprochenen Blutveränderung quantitativ in äußerst untergeordnetem Verhältniß; auch bei der Dampfmaschine findet täglich und stündlich Abnutzung statt; die zur Reparatur nöthigen Stoffe darf man aber nicht mit dem Kohlenaufwande verwechseln.

Beobachtung und immer Beobachtung muß auch darüber Aufschluß geben. Ich halte aber die Physiologen im Verdacht, daß sie in Folge unerwiesener Voraussetzungen von der chemischen Wechselwirkung des Blutes und der Organe etc. etc. sich über die Möglichkeit einer solchen Unterscheidung nicht klar geworden sind, und deßhalb auf dem ganz unerwiesenen (nach meiner Ansicht völlig irrthümlichem) Satze haften: „Die Actionen der Organe beruhen auf einem Stoffwechsel in dem Gewebe der Organe selbst.“ Du wirst mir zugeben, daß es sich hier nicht um eiteln Wortstreit oder leere Speculation handle, daß es keine Sache ist, „die sich weder beweisen noch widerlegen läßt“. Wenn die Frage nur gehörig angeregt und durchdacht ist, so wird die Wissenschaft auch Mittel finden, über die Antwort ins Reine zu kommen; dieß scheint mir aber zu einer richtigen Würdigung der Bedeutung des Blutes

und der Organe selbst unerlässlich. Du wirst hieraus bereits sehen, wie sich an den physikalisch zu beweisenden Satz: daß ein Animal von 160 Pfund, das 420 Fuß in die Höhe steigt, bei dieser Handlung 1 Drachme Kohlenstoff zu mechanischem Effecte verbrennt, — weitere physiologische Betrachtungen anreihen. Es möchte also immerhin für den Physiologen operae pretium seyn, den anorganischen Theil der Theorie entweder selbst zu prüfen, oder einem anorganischen Collegen zu einer ernstlichen Prüfung zu übergeben; und damit wären auch alle meine Wünsche erreicht. Daß dieses aber nicht so leicht angeht, weiß ich wohl; denn es wird heißen: „Da könnte jeder kommen und alles über den Haufen werfen wollen; neue Systeme bringt jeder Tag; Herkules-Arbeit wäre es, wenn man sich in die Sachen alle näher einlassen wollte; wenn etwas daran ist, so führe der Verfasser es aus, schreibe ein Buch darüber; dann wollen wir sehen: dieses wird dann wohl einen Recensenten finden." Der Rath ist sehr gut, nur vor der Hand für mich nicht ausführbar; das Feld ist zu groß; überall muß ich mich erst mühsam einarbeiten, und in zehn Jahren käme ich

nicht zu Stande, ein Werk, das auf die gegebene Theorie gestützt, die Mechanik, Optik, Elektrizitäts- und Wärmelehre im Zusammenhang umarbeiten würde, zu liefern; ars longa vita brevis; je weiter ich komme, um so weniger sehe ich ein Ende. Käme die Sache einmal in andere und namentlich in mehrere Hände, so bin ich fest überzeugt, würde die Wissenschaft bald Nutzen daraus ziehen; so aber gleiche ich einem, der, ich darf sagen mit keiner geringen Mühe, eine Mine edlen Metalls entdeckt hat, nun aber vergeblich Baukundige einladen wird, die Mühe sich zu nehmen, auf dem Weg, den er zeigen will, hinabzusteigen und das heraufzuschaffen, was dem einzelnen zu schwer wird.

Die Theorie habe ich keineswegs am Schreibtische ausgeheckt. Nachdem ich mich auf meiner Reise nach Ostindien eifrig und anhaltend mit der Physiologie des Blutes beschäftigt [17]), gab mir die Beobachtung der veränderten somatischen Verhältnisse unserer Schiffsmannschaft in den Tropen, der Acclimatisationsproceß, wieder vielfachen Stoff zum Nachdenken; die Krankheitsformen, und besonders auch die Beschaffenheit des Blutes lenkten meine

Gedanken anhaltend in erster Linie auf die Erzeugung der animalischen Wärme durch den Respirationsproceß; will man nun über physiologische Punkte klar werden, so ist Kenntniß physikalischer Vorgänge unerläßlich, wenn man es nicht vorzieht, von metaphysischer Seite her die Sache zu bearbeiten, was mich unendlich disgoutirt; ich hielt mich also an die Physik und hieng dem Gegenstand mit solcher Vorliebe nach, daß ich, worüber mich mancher auslachen mag, wenig nach dem fernen Welttheile fragte, sondern mich am liebsten an Bord aufhielt, wo ich unausgesetzt arbeiten konnte und wo ich mich in manchen Stunden gleichsam inspirirt fühlte, wie ich nie zuvor oder später mir etwas ähnliches erinnern kann.

Einige Gedankenblitze, die mich, es war auf der Rhede von Surabaya, durchfuhren, wurden sofort emsig verfolgt und führten wieder auf neue Gegenstände. Jene Zeiten sind vorbei; aber die ruhigste Prüfung dessen, was damals in mir auftauchte, hat mich gelehrt, daß es Wahrheit ist, die nicht nur subjectiv gefühlt, sondern auch objectiv bewiesen werden kann. Ob dieses aber durch einen der Physik nur so wenig kundigen Mann [18]) ge-

schehen könne, dieß muß ich natürlich dahin gestellt sein lassen. **Kommen** wird der **Tag**, das ist ganz gewiß, daß diese **Wahrheiten** zum **Gemeingut** der **Wissenschaft werden**; durch wen dies aber bewirkt wird, und wann es geschieht, wer vermag das zu sagen?

Doch verzeih, ich gerathe ins Schwatzen und schreibe zu einem kurzen Briefe eine endlose Nachschrift. Das beste wäre, Du kämest einmal hieher, daß wir nicht nur dieses, sondern manches andere auch, was sonst unser Herz erfreut hat und noch erfreut, abhandeln könnten. Seit Du in Tübingen bist, habe ich nichts mehr von Dir unmittelbar vernommen, zweifle aber nicht, daß Du Dich daselbst vortrefflich befindest, was zu vernehmen sehr erfreuen würde

Deinen

16 Juni 1844. treuen alten Geist.

## IX.

### An Mayer.

Lieber Freund! Es ist mir nicht möglich, Dir in diesem Augenblick anders als nur vorläufig zu schreiben. Ich danke Dir für die Mittheilung des Aufsatzes; daß ich ihn noch nicht mit völliger Ruhe und Überlegung lesen konnte, wirst Du entschuldigen, wenn Du hörst, daß ich in der letzten Zeit in Folge einer Cadaver-Wunde bedeutend krank gewesen war, dann auf etliche Tage nach Niedernau gieng und bei meiner Rückkehr vor drei Tagen alle Hände so voll Arbeit bekam, daß ich an nichts derartiges mit Vernunft gehen konnte.

Vorläufig vor Allem du courage, mon enfant! Und glaube ja nicht, daß, wenn Deine Ansichten richtig und erweisbar sind, sie nur so ignorirt und in Scat gelegt werden dürfen. Du besorgst, daß sich Niemand werde auf eine ernste Prüfung der

Sache einlassen wollen; allein bedenke, daß Du bis jetzt nichts außer dem kurzen Aufsatz bei Liebig publicirt hast. Davon war freilich noch kein Erfolg zu sehen, so geschwind geht es nicht mit der Anerkennung, besonders auf einem Gebiete, zu dessen wirklichem Durchdenken immer nur ganz Wenige recht disponirt sein können.

Vorläufig, ehe ich mich über den Inhalt des Aufsatzes recht aussprechen kann, glaube ich Dir zweierlei Rathschläge geben zu dürfen.

Erstens solltest Du den Leuten auf das trockene Brod der Mechanik und Mathematik etwas kritische Butter streichen und polemisches Salz streuen. Haben die Leute, die gegenwärtig auf diesem Gebiete, d. h. dem der allgemeinen Physiologie, der physiologischen Mechanik etc. das Wort führen, nach Deiner Ueberzeugung Unrecht, so muß man sie offen, direct angreifen, ihnen ihre Widersprüche nachweisen, ihnen scharf zu Leibe gehen und keine Ruhe lassen. Unter diesen Leuten, glaube ich, wären hauptsächlich zu berücksichtigen a) Liebig (mit seinen Bewegungserscheinungen) b) Lotze (Allgemeine Pathologie und Therapie als mechanische Naturwissenschaft. 1843).

Letzterer ist Philosoph, beschäftigt sich in seinem — ziemlich geistreichen — Buche viel mit dem, was man in der Physiologie unter Kraft etc. zu verstehen habe; willst Du es, so kann ich Dir's schicken. Solche Angriffe und tüchtige critische Aufsätze erregen die Aufmerksamkeit viel mehr, als das ruhige Hinstellen der eigenen Sätze.

Zweitens solltest Du den physiologischen Theil ebendeßwegen länger und ausführlicher machen. Es wäre freilich ganz unzweckmäßig, eine vorschnelle Anwendung auf das Einzelne der organischen Processe zu versuchen, aber gerade das, was sich für das Allgemeine und Ganze der Ansichten über die Lebenserscheinungen ergibt, sollte näher besprochen werden, und zwar gerade mit Berücksichtigung fremder Ansichten. Auch auf Valentin wäre Rücksicht zu nehmen, der in Bezug auf Methode Deiner Tendenz nahe steht.

Ich weiß wohl, was es ist, Gedanken zu haben, sie animo volvere, nicht los werden zu können, ferne reformatorische Consequenzen durchblicken zu sehen. Es gibt nur ein einziges Mittel, hinaus mit ihnen, hingeschrieben, Aufsätze, Broschüren publicirt! Alles

psychische Reflexaction! — So befreit man sich, so hat Goethe gedichtet, so haben noch alle Leute, die eigene Gedanken haben, arbeiten müssen.

Nächsten Herbst besuche ich Dich, dann wollen wir recht discuriren. — Für jetzt verzeih mir, wenn ich Deine Arbeit vielleicht noch ein paar Tage liegen lassen muß; ob ich überhaupt ein ordentliches Urtheil darüber haben kann, steht dahin; eine rein logische, formal logische Prüfung gibt es eigentlich nicht ohne Kenntniß des Gegenstands. An dem Ausdruck „verwandelt sich" habe ich bereits wieder Anstoß genommen.

Mir geht's hier vortrefflich; viel zu thun, was mir lieb ist; Psychiatrie zu lesen, die Füchse auscultiren zu lernen. Ich bin zufrieden. Adieu, lieber Geist, schönstens grüßt Dich Dein

Tübingen 18. Juni 1844. W. Griesinger.

Den Nicht-verbrauch der Muskelfaser gebe ich nicht so zu. Man sieht, wie die Ernährung des Muskels sich unter gewissen Verhältnissen der Bewegung und Ruhe schnell ändert, fettige und sehnige Degeneration des Muskels bei Ruhe in gefalteter oder gespannter Lage.

## X.

### An Griesinger.

Lieber Freund!

Für Deine Bemerkungen bin ich Dir recht dankbar; ich werde mir dieselben fortwährend in Ueberlegung ziehen. Wenn Du die Gefälligkeit haben willst, mir die betreffende Literatur mitzutheilen, so hat dieses für mich großen Werth; ich würde Dich vor allem ersuchen, mir Lotze's Pathologie, einiges von Valentin (die Hefte des Journals für Physiologische Heilkunde gebe ich allemal weiter) und die Deutschen Jahrbücher, October 1842, wo Löwenthal's Aufsatz über die Schwerkraft kommt, so weit Du leichte Gelegenheit dazu hast, mitzutheilen. —

Ich konnte allerdings voraussehen, daß Du mit meinem Entwurfe in erster Linie deßhalb nicht ganz content seyn werdest, weil auf eine lange

anorganische Einleitung nur wenige physiologische Zeilen folgen; ich habe aber diese letzteren auch bloß deßhalb angehängt, um durch einen Kunstgriff die Aufmerksamkeit für den ersten Theil eher rege zu machen; denn das anorganische ist mir unbedingt zur Hauptsache geworden; wenn dieses Anerkennung bei den Physikern gefunden hat, so werden sich den Physiologen vielseitige Anwendungen von selbst darbieten; wäre die Sache aber von physikalischer Seite nicht haltbar, so wären die plausibelsten physiologischen Ideen, die man darauf gründen wollte, nur Seifenblasen. Für einen bevorstehenden Kampf wollte ich mir eine durchaus bombenfeste Citadelle schaffen, und dann erst, wenn die Gegner herangelockt wären zum vergeblichen Sturme, zu Ausfällen mich anschicken; meine Kräfte wollte ich aber vor der Hand nicht in zahlreichen Außenwerken vertheilen; in der Mitte der Burg weht das Panier „Wärme läßt sich in Bewegung verwandeln“ und ladet um so mehr zum directen Angriffe ein, als eben keine Außenwerke die Aufmerksamkeit der Gegner ablenken. — Es ist klar, der physikalische Theil mag richtig sein, der physiologische unrichtig,

oder umgekehrt, die physiologischen Sätze mögen ganz plausibel erscheinen, nichtsdestoweniger ist der erste Theil irrthümlich: stets ist aus der Wahrheit oder Unwahrheit einer Abtheilung nicht auf die andere ein sicherer Schluß zu ziehen; es bleibt mithin unumgängliche Arbeit, jeden Theil für sich allein zu untersuchen, und logischer Weise macht man mit dem Fundamente den Anfang; ich habe mich daher auch sehr bemüht, dieses so bestimmt und klar zu entwerfen, daß darinn eine Aufforderung enthalten seyn soll, für den Physiker mit gleicher Bestimmtheit das Ja oder Nein auszusprechen. — „Bewegung verwandelt sich in Wärme", in diesen fünf Worten hast Du implicite meine ganze Theorie, und über das Wort „verwandeln" kann ich um so weniger accordiren, als es den Sinn von dem, was ich sagen will, enthält. Ich habe das Gleichniß gegeben: wie sich eine Säure und Basis in Salz verwandeln, so zwei entgegengesetzte Bewegungen in Wärme. Gefällt Dir das Wort: Alkohol „verwandelt" sich in Aether und Wasser, nicht, sofern Du einen andern Begriff damit verknüpfst, so könnte sich die Differenz in einen Wortstreit auflösen, im

andern Fall handelt es sich aber gerade um den Mittelpunkt des Ganzen. Du würdest vielleicht keinen Anstand nehmen, den Satz stehen zu lassen: positive Elektrizität und negative Elektrizität verwandeln sich zusammen in Wärme, soferne hier immer noch an „Fluida“ gedacht werden könnte. Da aber hievon allerdings, und glücklicherweise, bei Bewegung und Gewichtserhebung gar keine Rede sein kann, so liegt in dem von mir festgehaltenen Ausdruck die entschiedenste Erklärung gegen alle und jede materielle Vorstellung von Wärme, Licht und Elektrizität. Das Wort „Wärmestoff“ ist ein Anthropomorphismus, dem ich radical opponire [19]). Was gewinnst Du, wenn Du die Wärme eine Materie nennst? nur eine imponderable, da man erfahrungsgemäß von den Materien gar nichts weiß, als was eben die Chemie lehrt; kein Mensch hat noch den innern Grund des festen, tropfbar- und elastisch-flüssigen Zustandes derselben ergründet, und es ist hiezu auch von fern keine Aussicht. Sagt man, die Wärme ist eine Materie, so hat man damit bekanntlich nur eine reine Hypothese weiter ausgesprochen, wo-

durch Thatsachen auf fatale Weise präjudizirt werden. Du wirst leicht einsehen, daß ich im physikalischen Gebiete dieselbe Tendenz festhalte, welche die physiologische Schule charakterisirt. Die physikalischen Schriften unserer Tage sind mit hypothetischen Phrasen ebenso durchspickt als die medicinischen aller Zeiten, und da muß man mit der Katze durch die Bach[20]). —

Den physikalischen Theil der Abhandlung habe ich mit Critik und Polemik ziemlich versehen, aber allerdings allgemein gehalten; denn in der Annahme der Schwere als bewegender Kraft sind sich fast alle Physiker gleich, obschon gar viele etwas daran zu rütteln versuchen. Liebig's „Bewegungserscheinungen im Thierorganismus" finde ich, die analytischen Untersuchungen natürlich ausgenommen, ganz werthlos, da das Ganze auf Hypothesen gegründet und völlig confus ist; p. 204 sucht er die Lebenskraft durch die Vergleichung mit der Schwerkraft und Cohäsionskraft ins Klare zu bringen. Da ich nun diese letzteren zwei entschieden bekämpfe, so liegt darin indirekt eine Polemik gegen Liebig; der Streit läßt sich also auf physikalischem Gebiete

am einfachsten lösen. Liebig läßt den mechanischen Effekt, den das Thier äußert, durch die Lebenskraft hervorgebracht werden, während ich denselben aus einem Oxydationsprocesse herleite: eine gewaltige Differenz, die gerade in unserer verschiedenen Anschauungsweise anorganischer Erscheinungen wurzelt. An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen; bei Liebig findet man nichts als ein Hypothesenconglomerat über die Lebenskraft, aus dem die Wissenschaft nichts machen kann. Eine Widerlegung seiner ganzen Theorie, durch Aufdeckung ihrer innern Widersprüche halte ich übrigens nicht für schwierig, und will mich nach Deinem Rathe dahintermachen; ich meine aber, wenn ich eine nähere Entwicklung physiologischer Gegenstände mit specieller Berücksichtigung der herrschenden Ansichten zum Gegenstand eines zweiten Artikels machte, so hätte ich den großen Vortheil davon, daß 1) mein physikalischer Theil mehr als eine Sache für sich gegeben wäre, 2) die Aufmerksamkeit des Lesers nicht gleich von vorn zu sehr von demselben abgelenkt wird, und 3) wenn ich im offenen Felde auch in einzelnen Punkten sehr bedrängt werden sollte (und ich bin weit entfernt, mich für

infallibel zu halten) ich mir immer noch meine Burg jungfräulich erhalten könnte. Der erste Artikel gibt dann meine Ueberzeugung in Form dogmatischer Wahrheit, der zweite meine Ansichten, welche nicht als Ultimatum gegeben werden. —

Daß Du zur Erholung auf den Herbst zu uns kommen willst, freut mich und meine Frau sehr; ich glaube Dir mit Sicherheit angenehme Tage versprechen zu können, und eine Traubenkur als Apotherapie dürfte Dir bei dem Pech, das ich zu großem Leidwesen als Dir widerfahren, vernahm, sehr dienlich seyn. Traubensaft macht süßes Blut.

Hoffend, daß Du Dich täglich mehr erholst, grüßt Dich herzlich

Heilbronn
22 Juni 1844.

der Deinige

R. Mayer.

## XI.

### An Mayer.

Lieber Freund! Ich habe Dich sehr, sehr um Entschuldigung meiner Verspätung zu bitten. Ich wartete darauf, Dir Lotze's Buch von Wunderlich, der es hat, schicken zu können; er war verreist und bei seiner Rückkehr sagte er mir, daß er jetzt gerade das Buch nicht wohl entbehren könne, da er es selbst zu einer Arbeit braucht. Ebenso geht es mir selbst mit Valentin's Physiologie; ich bin im Colleg am Herzen und muß da sehr häufig in dem Buche nachsehen. Die Hallischen Jahrbücher könnte ich Dir später verschaffen, wie auch in 14 Tagen Dir mein Valentin zur Disposition steht; vielleicht kannst Du ihn aber in Heilbronn bekommen, wo nicht, so schreib' mir nur, ob ich Dir ihn noch schicken soll.

Ich kann mich immer noch nicht überzeugen,

daß man wirklich sagen könne, die Ursache verwandle sich in den Effect. Wenn ich eine Maschine erfinde oder ein Buch schreibe, so kann man nicht sagen, meine Gehirnthätigkeit habe sich in die Maschine, oder das Buch, oder die Realisirung der betreffenden Idee verwandelt. An diesem Punkte scheint mir aber Deine ganze Theorie zu hängen. Ich bin nicht im Stande, den Aufsatz so zu beurtheilen, wie er beurtheilt werden soll — dieß kann nur ein Physiker, oder Jemand, der überhaupt solche Fragen allein studirt. Mir erscheint Deine Art, in die Sache einzudringen, geistreich, und bei der herrschenden Begriffsconfusion über diese Fragen ist es jedenfalls sehr wichtig, daß Du Deine Ansichten bald in extenso preis gibst. Dieß, nemlich die Begründung der Theorie von rein physicalischer Seite, mußt Du in einem größeren Aufsatze in einem physicalischen Journal oder in einer Brochüre thun; dann aber, oder vielmehr zu gleicher Zeit, mußt Du, wie ich in meinem letzten Briefe Dir rieth, einen Aufsatz schreiben, der die etwaige Anwendung auf Physiologie, nicht aufs Detail der einzelnen Processe — hier müßte man sich in

Hypothesen verlieren — sondern auf die questions de généralité, über Kraft, Lebenskraft etc. auseinandersetzt; aber dieser letztere Aufsatz sollte, mein' ich, nicht in der ruhigen Darstellung der gegenwärtigen Arbeit (Lehrsatz, Beweis etc.), sondern mit viel Polemik, in Bezug auf die schon erwähnten Autoren, und höchst scharf und schneidig geschrieben sein. Dieß ist einmal nothwendig, um die Leute überhaupt aufmerksam zu machen, und es fördert die Aufdeckung der Irrthümer oft mehr, als die ruhige Auseinandersetzung des eigenen Gedankens.

Ich rathe sehr dazu, den letzteren Aufsatz für das Roser-Wunderlich'sche Journal zu bestimmen, und bitte Dich, ihn seiner Zeit mir zu diesem Zwecke zuzuschicken.

Vielleicht sehen wir uns bald; ich denke, mit erstem Beginn der Ferien, in der Mitte September eine kleine Suite anzutreten; leider wird mein Besuch in Heilbronn nur in einem kurzen Durchfahren nach Heidelberg bestehen können, und ich werde auf Deinen freundlichen Vorschlag einer — doch so nothwendigen! — Blutversüßung verzichten müssen. —

Adieu, lieber Geist, laß Dir nicht einfallen, die

Kürze meiner Bemerkungen einem verminderten Interesse an Deinen Arbeiten zuzuschreiben; kann ich Dir mit irgend etwas aushelfen, so wird mir's die größte Freude machen. Ich habe alle Hände voll zu thun; Adieu; empfehle mich bestens Deiner Frau und sei herzlich gegrüßt!

Der Deinige

Tübingen 15. Juli 1844. W. Griesinger.

Schreib mir bald wieder!

XII.

Herrn Med. Dr. Griesinger, Privatdocent
in Tübingen.

fr. Heilbronn 16 Jul 1844
[Poststempel.]

Mein Lieber!

Seit Deinem letzten Schreiben [IX] habe ich über den bewußten Gegenstand verschiedentlich nachgedacht, und an einem zweiten Artikel, die Anwendung des physikalischen Satzes auf Physiologie näher ausführend, gearbeitet; verschiedene Zusätze und Aenderungen an dem Dir überschickten Entwurfe sind mir dabei nach und nach in den Sinn gekommen, so daß ich Dich bitte, mir denselben wieder zu schicken, da ich keine Abschrift in Händen habe; ich werde Dir den Aufsatz zur Beurtheilung in veränderter Gestalt übergeben. —

In meinem letzten habe ich des Differenzpunktes, die Umsetzung der Muskelfaser betreffend, nicht

weiter erwähnt; der Gegenstand soll in meinem zweiten Aufsatze umständlich erörtert werden; nur so viel will ich jetzt schon bemerken, daß der Verbrauch an Combustibilien behufs der Erzeugung mechanischer Effekte im Organismus bedeutend ist; auf Kohlenstoff reducirt, bedarf z. B. das Herz eines Mannes in 24 Stunden R. Carbon. •) ß. D. S. Nach Bericht[21]). Rechnet man nun auch die Oxydation des Wasserstoffs dazu, so muß doch in längstens ¼ Jahr das Parenchym des Herzens ganz verbrannt seyn, wenn auf dessen Unkosten die mechanischen Effekte der Herzbewegung gesetzt werden; bei den willkürlichen Muskeln würde es zum Theil noch schneller gehen. Eine solche rasche Umsetzung läßt sich aber, glaube ich, mit der Erfahrung nicht in Einklang bringen, und es steht daher der Annahme, daß die zur Hervorbringung eines mechanischen Effektes nothwendige Oxydation im Parenchym des Organs vor sich gehe, zuvörderst ein numerisches Hinderniß entgegen; fürs Zweite aber habe ich ein bedeutendes chemisches Bedenken dagegen, welches ich seiner Zeit Liebig, der der bekämpften Ansicht huldigt, entgegenstellen will. — Vor der Hand muß

ich natürlich mit der Polemik sachte thun, da ich von niemand verlangen kann, im Besitze einer physikalischen Wahrheit gewesen zu sein, welche eben erst aufgestellt wird, wenn aber nach dem Gesetze der Trägheit dem neuen Besseren opponirt wird, so kann man dann crescendo verfahren. — In der Hoffnung, daß Du meiner obigen Bitte bald entsprechen werdest, grüßt Dich herzlich

Dein

Heilbronn 16 Juli 1844.

Geist.

## XIII.

Herrn Dr. W. Griesinger in Tübingen.

frei. Heilbronn 20 Jul 1844

[Poststempel.]

Lieber Freund!

Die Bemerkungen [XI], welche Du so gut warst, mir mitzutheilen, waren mir sehr willkommen, und zugleich namentlich in so ferne sehr wichtig, als ich daraus ersah, daß ich trotz der Bemühung der möglichen Deutlichkeit und mathematischen Klarheit, doch, so zu sagen in Allem, mißverstanden worden. Während Viele, und vor allem die naturphilosophische Schule jeden Jahrhunderts, ihr Heil nur darinn suchen und finden, daß sie von Niemandem, auch von sich selbst nicht, verstanden werden, ist das gerade Gegentheil das Ziel meiner Wünsche, und ich werde mich daher noch besonders bemühen, in meine Arbeit eine womöglich noch größere Deutlichkeit zu bringen. Erlaube mir aber, daß ich den

Versuch wiederhole, ein Verständniß zunächst zwischen uns herbeizuführen, was mir vielleicht dann gelingt, wenn Du Dich auf dem Standpunkte des Richters erhältst, der zuerst den Plaidirenden zu verstehen sucht, und dann das Urtheil spricht; ein Richter läßt sich möglicherweise, aber der Gegenpart niemals, überzeugen.

Es ist eine Wahrheit, die von Niemand bestritten wird, daß die Materie (die chemischen Urstoffe und ihre Verbindungen) sich vor unsern Augen vielfach verändern. Wasser bleibt nicht immer tropfbar, sondern wird nach Umständen fest, und umgekehrt; was in einem Augenblick Wasser ist, kann im nächsten Eis seyn, und was in einem Augenblick Eis ist, wird im nächsten zu Wasser. Dieß ist ebenso klar als bekannt. Meine Behauptung sagt nun: *auch die Wärme kann sich vor unsern Augen verändern, und zwar, was in einem Augenblicke Wärme ist, ist im nächsten Bewegung, — und dies gilt auch umgekehrt.* Das Nähere, und vor allem der Beweis, gehört in die Physik, die wir zwischen uns ruhen lassen; immerhin kannst Du aus dem eben gesagten ersehen, *was* ich be-

weisen will; wie es bewiesen wird, ist wieder eine Sache für sich.

Die von mir vorgeschlagene Terminologie von „Erzeugendem, Kraft, Ursache, Wirkung, Verwandlung" ist, wie die Sprache selbst, nur Mittel, nicht Zweck. Was man z. B. Ursache und Wirkung nennen will — mir ganz gleich; ich habe mich nur nebenbei bemüht, diesen so viel gebrauchten Ausdrücken, im Gebiete der Physik einen solchen Sinn zu geben, daß man sich consequent darinn sein kann; da die Inconsequenz in dieser Beziehung ein geheiligter Gebrauch ist, so kann dies nicht anders geschehen, als daß man gegen diesen Gebrauch verstößt, da oder dort, man mag machen, was man will. Mit pedantischer Logik hege ich den frommen Wunsch, man solle unter Ursache und Effekt (in der leblosen Natur) entweder Dinge verstehen, welche in einem Größenverhältniß zu einander stehen, oder welche nicht im Verhältnisse zu einander stehen. Der Funke entzündet das Pulver, die Mine fliegt auf. Man sagt hier: der Funke a ist die Ursache der Pulverexplosion b, und diese wieder die Ursache von dem Emporwerfen c der Erde. Offenbar steht b mit c,

aber a weder mit b noch mit c in einem Größen-verhältniß; ob man mit einem Funken oder mit einer Fackel entzündet, ganz gleich ist die Explosion. Will man logisch genau in seinem Ausdrucke seyn, so darf man nicht zweierlei so total verschiedene Beziehungen, wie die von a mit b, und die von b mit c, unter einem Namen „Causal-Verhältniß" taufen; man muß also entweder darauf verzichten, a die Ursache von b, oder darauf, b die Ursache von c zu nennen, oder darauf, eine logisch richtige Ausdrucksweise zu haben. In den Augen einer Wissenschaft nun ist ein Verstoß gegen die Denkgesetze ein größeres Uebel, als ein Verstoß gegen den gemeinen Sprachgebrauch, und man macht sich demgemäß schon lange nichts mehr daraus, den Wallfisch keinen Fisch, das Vitriolöl kein Oel, das Sedativ-Salz kein Salz zu nennen. Ich lasse Dir gerne die Entscheidung: sage entweder (in rebus physicis) A. die Ursache ist der Wirkung proportional, oder B. sie ist ihr nicht proportional, oder C. sie ist zuweilen proportional, zuweilen nicht. Im Falle A hast Du den von mir vorgeschlagenen und provisorisch gebrauchten Begriff; im Fall B kannst Du allerdings nicht von

einem Causal-Verhältniß zwischen Wärme und Bewegung nach meinem Sinne sprechen; im Falle C wäre die Eintheilung in Ursachen ad A. und ad B. von selbst sich darbietend. Du kannst, wenn Du willst, auf diesem Wege zu klaren Begriffen über Ursache und Kraft in der Physik gelangen; immer aber muß Dir klar vorschweben, daß dieselben Worte in andern wissenschaftlichen Gebieten wieder ganz andere Bedeutungen haben; in meinem Aufsatze habe ich des Wortes „Körper" erwähnt als Beispiel sehr verschiedener Bedeutung in der Geometrie, Anthropologie, Weinhandel etc.; unter „Parabel" versteht man in der Rhetorik ganz was anderes als in der Mathematik etc. Die Aequivalentenzahl des Goldes und Silbers wird vom Kaufmann und vom Chemiker sehr verschieden berechnet, und jener Jude sang: Mein erst Gefühl sey Preiscourant. Willst Du in Deinem Rayon, wo Maß und Gewicht aufhören, die Gehirnthätigkeit „Ursache", das Buch, die erfundene Maschine „Wirkung, — Effekt" nennen, — kein Physiker wird etwas dareinreden dürfen; Du hast das unzweifelhafte Recht, diese Begriffe festzustellen; ebenso klar ist es aber, daß Du nach

diesen Begriffen nicht sagen kannst, Deine Ursache, die Gehirnthätigkeit, *verwandle* sich in Deinen Effekt, das Buch; auch der Funke verwandelt sich nicht in Explosion, aber die Wärme, welche durch die Verbrennung des Pulvers erzeugt wird, von dieser behaupte[22]) ich deßhalb, daß sie sich zum Theil in mechanischen Effekt verwandle, weil ich damit ausdrücklich sagen will, daß die Wärmemenge, welche von einer gewissen Pulvermenge erhalten werden kann, in dem Verhältniß kleiner ausfällt, als gleichzeitig mechanischer Effekt erzielt wird. Die Wärmemenge, welche durch Verbrennung von 1 Pfund Pulver erhalten wird, ist an sich eine constante Größe, wie ein Schoppen Flüssigkeit eine constante Größe ist; wenn man aber einen Schoppen Aether langsam in ein anderes Gefäß gießt, daß das Zimmer mit Geruch erfüllt wird, so hat man im zweiten Gefäß keinen Schoppen Aether mehr; man sagt dann: der Aether hat sich zum Theil in Dampf verwandelt, und es knüpfen sich an dieses Wort präcise *Größen*bestimmungen, denn es soll sagen: wenn im zweiten Gefäße 1 Unze fehlt, so ist das Gewicht des Aetherdampfes genau = 1 ℥; der Laie

aber sagt: die Luft hat halt den Aether aufgezehrt; die Luft zehrt, besonders die frische. Wenn ich sage: Wärme läßt sich in Bewegung verwandeln, und umgekehrt, so will dieß nichts heißen, als zwischen Wärme und Bewegung finden hin und her dieselben quantitativen Beziehungen statt, wie zwischen dem Aether und seinem Dampfe.

Wenn es mir durch diese etwas langwierige Deduction gelungen ist, Dir zu zeigen, daß es keineswegs eine ungewöhnliche und willkürliche Begriffsbestimmung des Causalitäts-Verhältnisses ist, an der „meine ganze Theorie hängt", so ist mein Zweck erreicht. — Zum Schlusse nur noch eins: der Schnee macht kalt, das Feuer brennt, ... beim Arbeitenden ist der Athem, der Herzschlag, die Wärme, der Appetit vermehrt, der Stoffwechsel beschleunigt; aber aus welchem Grunde, und in welchem Maße nach Pfund und Loth? Das ist die Frage, und Liebig hat die erste sehr unbefriedigend, die letzte gar nicht beantwortet. Die präcise Beantwortung derselben scheint Dir eine zu kümmerliche Frucht für eine Voruntersuchung von 40 Seiten. — Wahrlich ich sage Euch, eine einzige Zahl hat

mehr wahren und bleibenden Werth als eine kostbare Bibliothek voll Hypothesen.[23])

Meine nächste Arbeit, welche ich veröffentliche, soll gegen Schultz in Berlin einen Seitenhieb von gehöriger Schärfe enthalten; ich hoffe, Du wirst durch denselben befriedigt seyn. — Für die Mittheilung verschiedener einschlagender Literatur werde ich sehr dankbar seyn, bitte aber, daß Du Dir deßhalb nicht zu große Mühe machst.

Es grüßt Dich herzlich

Dein

Heilbronn 20 Juli 1844.

Mayer.

## XIV.

Wohlgeboren

Herrn Med. Dr. R. Mayer in Heilbronn.

Tübingen 7 Sept 1845.

frei.

[Poststempel.]

Lieber Freund! Heute, wo es Sonntag ist, findet sich endlich eine freie Minute, um der ungeheuren Flegelei, welche ich selbst in der Verspätung meiner Antwort erkenne, ein Ende zu machen. Wüßtest Du, wie mir, seit Wunderlich's schon lange dauernder Entfernung die Arbeit jeden Augenblick bis an den Hals geht, Du würdest mich gewiß entschuldigen.

Ich habe Deine Schrift gelesen unter anhaltendem Applaus mit allen vier Extremitäten, finde meine früheren Bedenken gehoben, halte Deine Ansichten für höchst wichtig, glaube aber eben deßwegen, daß nur wenige Leute, und zwar nur Physiker im Stande sind, ein vernünftiges Wort darüber

zu sprechen. Diese Ansicht gieng mir namentlich aus einem zweiten Durchgehen der Schrift hervor; nach dem ersten Lesen hatte ich eine solche Freude, daß ich mich gleich hinsetzte und eine Anzeige für das Archiv anfieng. Die Redactoren wollten nichts davon wissen und stellten mir vor, daß ich nicht nur mich blamiren, sondern auch Dir schaden werde, wenn ich über eine Sache, worüber Andere competent sind, schreibe. Ich lasse mir es aber nicht nehmen, daß eine Anzeige davon in das Archiv soll, und ich werde demgemäß, sobald ich nach Stuttgart in der Vacanz komme, mit Reuschle reden — vorausgesetzt, daß es Dir recht ist. Ich sehe jetzt wohl ein, daß auch eine bloße Beurtheilung des physiologischen Theils von meiner Seite Studien erfordern würde, zu denen ich im jetzigen Augenblicke nicht die Minute auftreiben könnte. In diesem Theil hatte ich beim Lesen einige kleine Ausstellungen gemacht, wie einem an jedem Buche, das man liest, nicht Alles gleich gut gefällt. Ich glaube im Ganzen, Du wirst für Deine lange Arbeit die Anerkennung erreichen, die sie nach meiner Ansicht fordern kann, und wünsche von Herzen Glück dazu.

Die schändliche Verspätung meines Dankes für die freundliche Aufnahme, die ich in Deinem Hause gefunden, bitte ich Dich und Deine Frau gütig zu entschuldigen; ich erinnere mich mit dem größten Vergnügen der angenehmen Stunden, die ich in Heilbronn zubrachte; nur am andern Morgen, wo es zu meiner Erweckung eines Schüttelns durch zwei Hausknechte bedurfte, stellte sich ein Leiden an den Folgen der vergangenen Lust ein.

Verzeih meine Kürze und sei, mit freundlicher Empfehlung an Deine Frau, herzlich gegrüßt

von Deinem

Tübingen, 7. September 1845. W. Griesinger.

# Erläuterungen

vom

Herausgeber.

[1]) Joh. Gottlieb Christian Nörremberg (geb. 1787), von 1832 bis 1851 Professor der Physik in Tübingen, war ein ausgezeichneter Lehrer und Experimentator. Jedoch besuchte Mayer als Student keine seiner Vorlesungen, sondern trat erst später zu ihm in Beziehung, wie Rümelin (in der „Allgemeinen Zeitung" vom 30. April 1878) berichtet. Nörremberg, vornehmlich durch seinen Polarisations-Apparat bekannt, war erst Handlungslehrling, dann Feldmesser, hierauf Offizier, danach Professor der höheren Mathematik, der Physik und des Planzeichnens an der Militärschule zu Darmstadt, schließlich ordentlicher Professor der Physik an der Universität in Tübingen bis 1851, wie er Poggendorff mittheilte.

---

[2]) Philipp Gustav Jolly (geb. 1809), war zu jener Zeit Professor der Physik in Heidelberg (seit 1854 in München) und einer der sehr wenigen Fachmänner, die den originellen jungen Mayer ohne vorherige persönliche Bekanntschaft verständnißvoll, aufmunternd und fördernd aufnahmen. (Rümelin, Allgem. Zeitg. vom 1. Mai 1878.)

---

[3]) Die derselben Quelle zufolge im Jahre 1841 geschriebenen (aber — s. u. — schon 1840 erdachten) „Be-

merkungen über die Kräfte der unbelebten Natur" waren zuerst für Poggendorff's „Annalen der Physik und Chemie" bestimmt gewesen, wurden aber dem Verfasser als ungeeignet zur Aufnahme von dem Herausgeber zurückgesendet. Dann erst — im Frühjahr 1842 — bot Mayer das Manuscript Liebig an, welcher es in seinen „Annalen der Chemie und Pharmacie" veröffentlichte. Der Aufsatz ist nur eine vorläufige Mittheilung, aber eine der wichtigsten, welche jemals geschrieben worden sind. Daß er seiner Zeit unbeachtet blieb, liegt an dem ungewöhnlichen Ort der Veröffentlichung, an der ungewöhnlichen, auch den besten Köpfen damals unverständlichen Ausdrucksweise und an der in Betracht der Neuheit des Gegenstandes viel zu concentrirten Darstellung, welche den Lesern der „Annalen" zu viel auf einmal zu denken gab. Die kaum acht Seiten umfassende Abhandlung ist mit Weglassung von 26 Zeilen abgedruckt in der „Mechanik der Wärme in gesammelten Schriften von J. R. Mayer" (2. Aufl. Stuttgart, Cotta. 1874. S. 3—12). Der in ihr zum ersten Male mitgetheilte, noch zu kleine Kraftwerth der Wärme ist derselbe, welcher in dem Zahlenbeispiel dieses Briefes verwendet wird (rund 365 Grammeter).

Der Abdruck am Schlusse dieses Buches ist unverkürzt und hält sich genau an das Original in dem am 31. Mai ausgegebenen Hefte der von Wöhler und Liebig redigirten Annalen der Chemie und Pharmacie (1842. Heidelberg. 42. Band S. 233—240). Die in den gesammelten Abhandlungen später von Mayer selbst gestrichenen zwei Absätze habe ich eingeklammert, Druckfehler beseitigt, die Interpunktion richtig gestellt. Es ist erwähnenswerth,

daß Mayer später diesen Aufsatz seine „Erstlingsarbeit über die mechanische Wärmetheorie" genannt hat.

---

[4]) Die Behauptung, daß die Verbrennung der verdauten Nahrungsstoffe im Blute stattfinde, hat zu vielen Discussionen Anlaß gegeben. Sie ist irrig. Der in den Lungen eingeathmete und von den rothen Blutkörperchen daselbst aufgenommene Sauerstoff verläßt die letzteren in den Haargefäßen des Körpers und wird extravasal vom Protoplasma der verschiedenen (jene Abspaltung des Sauerstoffes vom Blutroth auch außerhalb des Körpers bewirkenden blutfreien) Gewebe — der Muskelfaser, der Nervenzelle, der Drüsenzelle usw. — verbraucht. Die physiologische Verbrennung findet nur zum kleinsten Theile im Blute, zum größten in den Geweben statt, was übrigens für die Grundlage der Mayer'schen Theorie nicht in Betracht kommt. Denn diese lehrt den lebenden Körper als eine Maschine betrachten, in welcher ein Theil der eingeführten potentiellen Energie (der chemischen Affinität) in Wärme, ein Theil in Arbeit umgewandelt wird. Die Herzkraft erscheint nach Abnahme der Geschwindigkeit des Blutstromes in den Haargefäßen in der Form von Reibungswärme mit Erhöhung der Temperatur der Capillarwände. Daher muß die Tension des Sauerstoffes im Capillarblute zunehmen, dessen Blutkörperchen sich an jenen Wänden reiben, und dadurch dann die Dissociation des Sauerstoffhämoglobins im Blute der Gewebe begünstigt werden. Aber der eigentliche Verbrennungsort liegt im Protoplasma derselben außerhalb der Blutgefäße, die der Sauerstoff nach-

gewiesenermaßen in der umgekehrten Richtung wie in den kühleren Lungen durchsetzt. Diese neue Anwendung des Mayer'schen Princips auf wichtige, bisher unvermittelte Lebensvorgänge bringt dieselben in einen natürlichen ursächlichen Zusammenhang. Jeder Satz läßt sich experimentell begründen.

---

[5]) Ueber den Spitznamen Geist gibt Rümelin (a. a. O. S. 1762) folgende Auskunft: „In den Abend-Recreationen hat Mayer manchmal den Cameraden physikalische Experimente und Kunststücke vorgemacht, unter anderm eine Zeit lang in einem der Klosterkreuzgänge, ich weiß nicht ob mit einer Laterna magica oder auf andere Weise, unter verwundersamen Reden und Auslegungen „Geister" an der Wand erscheinen lassen. Von diesen Anlässen erhielt er den Beinamen „der Geist", der bei seinen Bekannten zur Unterscheidung von der Heerschar sonstiger Mayer für immer gebräuchlich geblieben ist, was ich zur Berichtigung sonstiger Lesarten über die Entstehung dieses ominösen Cerevisnamens bemerke".

---

[6]) „Binsenwahrheit" ist, wie mir in dankenswerthester Weise von verschiedenen Seiten, zuerst von Herrn Gymnasialprofessor Haag in Rottweiler, mitgetheilt wurde, ein in Schwaben verbreiteter Ausdruck für etwas selbstverständliches. Herr Dr. Döring (Berlin) hat ihn auch bei schwäbischen Autoren (z. B. in Sigwart's Logik) gefunden zur Bezeichnung eines trivialen, werthlosen Satzes. Herr L. Bamberger (Berlin), der ihn mit „Feld- und Wiesen-Wahrheit" ver-

deutlicht, setzt ihn dem truism der Engländer gleich. Herr Dr. von der Leyen (Charlottenburg) hat das Wort sehr oft in Süddeutschland „im Sinne von etwas Selbstverständlichem mit einem kleinen Stich ins Thörichte" gehört. Kammerherr von Rom in Stuttgart nennt ebenfalls die Redeweise „das ist eine Binsenwahrheit" schwäbisch. Den Sinn sind Einige mit Rector Dr. Eble, auf „glatt und knotenlos wie eine Binse" zurückzuführen geneigt. Jedoch scheint mir ebenso natürlich die Ableitung „gemein oder alltäglich wie Binsengras" in sauren Wiesen. Denn „Binse" bezeichnet in Süddeutschland „saures Gras", welches auf sumpfigem Boden wächst.

---

[7]) Die Trauung mit Fräulein Wilhelmine Closs aus Winnenden fand am 14. August 1842 statt, als Mayer noch nicht achtundzwanzig Jahr alt war. Sein Geburtstag ist der 25. November 1814. Die auf seine Verheirathung folgenden drei Jahre sind die glücklichsten seines an Freuden sehr armen, an Leiden überreichen Lebens gewesen. Seine wissenschaftliche Thätigkeit erreichte damals ihren Höhepunkt, seine ärztliche Praxis entwickelte sich rasch. Er wurde trotz seiner Jugend schon Oberamtswundarzt, dann Stadtarzt und städtischer Armenarzt.

Aus seiner Schul- und Universitätszeit berichtet (in der Allg. Ztg. vom Mai 1878) sein Schwager u. a. folgendes: „In der Schule gehörte er weder zu den fleißigeren noch zu den besseren Schülern. Sein ausgezeichnetes Gedächtniß war nicht, wie bei anderen Knaben, für beliebig gestellte Aufgaben, sondern nur für das verwendbar, woran er

Interesse fand, und dieser Gunst hatten sich die alten Sprachen nicht zu erfreuen. Obwohl er ein sehr feines Sprachgefühl und großes Gefallen an der Schönheit des Dichterwortes hatte, auch später nach der formellen Seite ein vorzüglicher Schriftsteller geworden ist, so wußte er sich doch mit den Regeln der lateinischen und griechischen Grammatik nicht zu befreunden. Sein Intellect schien darauf angelegt nur Rationelles und Gesetzmäßiges in sich aufzunehmen; mit willkürlichen und zufälligen Ausnahmen, die doch in den Sprachen eine so große Rolle spielen, mochte er sich nicht befassen. Und so stand er mit den Genus-Regeln, mit den Unregelmäßigkeiten in der Declination und Conjugation, mit den Verba auf μι immer auf etwas gespanntem Fuß und konnte keine schriftliche Arbeit ohne einige gröbere Fehler fertig bringen. .... Da nun aber auf diese lateinischen und griechischen Arbeiten in der Schule alles ankam, seine Ueberlegenheit in sonstigem Wissen gar nicht zum Vorschein oder nicht zur Beachtung gelangte, und man sich im elementarsten Rechnen wie es in der Schule getrieben wurde, nicht auszeichnen kann, so galt er im Gymnasium als ein mittelmäßiger Schüler."

Im Jahre 1828 brachte Mayer seine freie Zeit in den Mühlen und Fabriken, die zahlreich und mannigfaltig längs des Neckars neben einander lagen, zu und studirte deren Mechanismus, half auch den Leuten beim Arbeiten.

Im Frühjahr 1832 bestand er die Reifeprüfung und bezog 17½ Jahre alt die Universität als Student der Medizin. „Die hervortretendsten unter seinen geistigen Gaben waren immer der Sinn für mechanische Causalität und das unauf-

haltsame, einbohrende Durchdenken eines Gedankens bis in seine letzten Ausläufer gewesen. Je länger seinem Geiste die ihm allein zusagende Nahrung war vorenthalten worden, desto gereifter und begieriger griff er nun darnach."

„Unter seinen Vorlesungen ist nur Fachmäßiges zu finden, nichts Philosophisches, obgleich gerade damals Strauß und Vischer große Anziehungskraft ausübten, nichts Geschichtliches oder gar Philologisches, auch keine Mathematik .... Er lernte überhaupt alles lieber aus Anschauung und Versuchen, als aus Büchern."

Im Sommer 1838 wurde die ärztliche Prüfung in Stuttgart gut bestanden.

Im Herbst 1839 ging Mayer nach Paris, wo er mit seinen Tübinger Freunden Griesinger und Wunderlich einige Zeit verbrachte, und dann nach Holland. Hier bestand er die holländische ärztliche Prüfung. Im Frühjahr 1840 trat er als Schiffsarzt die Reise nach Java an, von der er nach einem Jahre, im Februar 1841 zurückkehrte.

---

[8]) Durch das Herabfallen eines Apfels aus einer gewissen Höhe wird so viel Wärme frei, daß durch dieselbe ein bestimmtes Gewicht Wasser um einen Grad erwärmt werden kann. So lautet die Behauptung Mayer's. Hier nennt er schon diese Behauptung eine Thatsache. Es ist merkwürdig, daß er nicht sogleich Experimente anstellte, um sie zu beweisen, überhaupt zur Begründung der von ihm entdeckten Beziehung zwischen Arbeit und Wärme und des Wechsels der Erscheinungsweise seiner unzerstörbaren, quantitativ unveränderlichen Imponderabilien, kurz des Kraftwechsels, nur einen

neuen Versuch selbst ausführte, und diesen einen nicht selbst erdachte, sondern erst auf Veranlassung des Physikers Nörremberg anstellte: den fundamentalen Versuch, welcher ihm zeigte, daß Wasser durch starkes Schütteln eine Temperaturerhöhung erfährt; noch merkwürdiger aber ist es, daß er die einzige damals bekannte Thatsache herausfand, aus welcher sich der Arbeitswerth der Wärme berechnen ließ, und ihn daraus nicht allein berechnete, sondern auch als allgemeingültig für die ganze unbelebte und belebte Natur hinstellte. Jene Thatsache ist das Verhältniß der Wärmecapacitäten der Luft bei constantem Druck und bei constantem Volum. Da aber außerdem die Berechnung der berühmten Zahl voraussetzt, daß die Wärmecapacität eines Gases sich nicht mit der Dichtigkeit desselben ändert, so ist es wichtig, zu wissen, daß Mayer die Arbeiten von Gay-Lussac, welcher dieses letztere zuerst experimentell feststellte, schon 1842 kannte, obgleich er öffentlich erst drei Jahre später davon spricht. Die Versuche, auf welche es hier ankommt, sind ausführlich beschrieben in den „Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil“ in Paris (1. Bd., S. 180—204. 1807), wo der Satz bewiesen wird: Si l'on fait communiquer deux espaces déterminés dont l'un soit vide et l'autre plein d'un gaz, les variations thermométriques qui ont lieu dans chaque espace sont égales entre elles“ (S. 202), also genau was Joule 1844 fand. In Gehlen's „Journal“ findet man (im 6. Bd., S. 392—408. 1808) eine Uebersetzung, in Gilbert's „Annalen“ ein Referat (30. Bd., S. 249 ff. 1808). Damit ist zu vergleichen Gay-Lussac's Mittheilung an die

Pariser Akademie vom 29. April 1822 (im 19. Bd. der „Annales de Chimie“, S. 436, oder in Gilbert's „Annalen“, 1822, im 71. Bde., S. 200). „L'air qui s'échappe d'un vase en soufflant par une ouverture sous une pression quelconque ne change pas de température quoiqu'il se dilate en sortant du vase“ erklärt Gay-Lussac, d. h. bei der Ausdehnung leisten die vollkommenen Gase gar keine innere Arbeit.

Hierdurch fällt der Einwand, Mayer habe bei seiner ersten Berechnung des Arbeitsäquivalents der Wärme eine Hypothese, die oft genannte „Mayer'sche Hypothese“, als experimentell bewiesen vorausgesetzt und jene Berechnung nachträglich durch den Hinweis auf Gay-Lussac gestützt. Denn aus dem obigen Briefe geht hervor, daß er Gay-Lussac's Arbeiten schon 1842 kannte. Er leitete aus ihnen ab (1845 in seiner Hauptschrift S. 11 und 12, wo jener Versuch von Gay-Lussac mit dessen Namen beschrieben ist), was manche jetzt den dritten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie nennen. Daß er 1842 den ersten Hauptsatz kannte, den man jetzt auch nach ihm benennt, geht deutlich aus diesem Briefe hervor. Jedoch ist seine Ausdrucksweise ungenau, oder wenigstens nicht die jetzige, da er in der Formel $md = v$, wie auch an anderen Stellen, z. B. schon im ersten Briefe, „Masse“ statt „Gewicht“ setzt, dagegen in der Formel $mc^2 = v$ mit m die Masse $= p : g$ bezeichnet, wo p das Gewicht, g die Beschleunigung durch die Schwere (30 Fuß.) Weiter unten im fünften Briefe steht sogar „Gewicht“ statt „Masse“. Bemerkenswerth ist auch, daß hier und sonst in Mayer's Schriften in dem Ausdruck für

die kinetische Energie $m c^2$ der Divisor 2 noch nicht vorkommt. Jedoch war er sich ganz klar über die Sache und den Sinn der Gleichung $p d = \frac{1}{2} m c^2 = v$, die er $m d = m c^2 = v$ schreibt. Durch seine Formeln (wo das Gewicht $p = m g$ nicht für sich bezeichnet wird) können die allgemeinen Folgerungen ebenso wenig erschüttert werden wie durch das Versehen (entweder ʒ ß statt ℈ ß oder „Loth“ statt „Unze“) im Apfel-Exempel, wo es heißen muß $p d = 4 \times 15 = \frac{1}{2} m c^2 = \frac{1}{2} (4.30^2) : 30$. Denn daß die Hebung des Gewichts p auf die Höhe d ebenso viel Wärme v erfordert, nicht mehr und nicht weniger, wie beim Herabfallen des p von der Höhe d geliefert wird, das war ihm vollkommen klar. Er sagt es ausdrücklich. Das ist aber der Inhalt der obigen Grundgleichung (des Maßes der Arbeit) und vor 1842 sonst von Niemandem ausgesprochen worden.

In der preisgekrönten Schrift von Max Planck „Das Princip der Erhaltung der Energie“ (Leipzig 1887) wird zwar „das Verdienst der erstmaligen Auswerthung des mechanischen Wärmeäquivalents“ (370) Sadi Carnot zugeschrieben, welcher 1832 starb, aber diese Zahl ist erst 1878 veröffentlicht worden und die Methode der Berechnung nicht angegeben.

Auch Séguin kann nicht die Priorität zuerkannt werden. Grove sagt in der 1862 erschienenen 4. Auflage seiner Schrift The correlation of physical forces (Seite VII): „M. Seguin in 1839, in a work on the 'Influence of Railroads', has distinctly expressed his uncle's [Montgolfier] and his own views on the identity of heat and mechanical force, and has given a calculation of

their equivalent relation, which is not far from the more recent numerical results of Mayer, Joule and others."

Das Buch ist dieses: „Séguin aîné, De l'influence des chemins de fer et de l'art de les tracer et de les construire. Paris. Carilian Goeury, 1839. 8°. [7 fr. 50 c.]. In diesem Buche aber, welches ich Hrn. Ch. Richet in Paris verdanke (Réimpression de l'édition de 1839, Lyon, Pitrat aîné, 1887) findet sich die Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalentes nicht, sondern erst in den Comptes rendus der Pariser Akademie vom 20. September 1847. Hier schreibt Séguin, eine Mittheilung von Joule (in den Comptes rendus vom 23. August 1847), dessen hergehörige Versuche erst 1843 beginnen, sei für ihn der Anlaß, die von ihm selbst auf ganz anderem Wege gefundenen Zahlen für das mechanische Wärmeäquivalent (im Mittel 449) mitzutheilen.

Also ist Séguin weder Mayer noch Joule vorangegangen bezüglich des Werthes des mechanischen Wärmeäquivalentes. Seine Zuschrift beginnt mit den Sätzen:

„Dans un ouvrage, que j'ai publié en 1839, sur l'influence des chemins de fer, j'ai émis l'opinion, que la vapeur n'était que l'intermédiaire dont on se sert pour produire la force, et réciproquement; et qu'il devait exister entre le calorique et le mouvement une identité de nature, en sorte que ces deux phénomènes n'étaient que la manifestation, sous une forme différente, des effets d'une seule et même cause. Ces idées m'avaient été transmises depuis bien longtemps par mon oncle Montgolfier..." (Vgl. Réimpression S. 259 und 287.)

Grove hatte 1855 Séguin persönlich kennen gelernt und von diesem erfahren, was S. 118 mitgetheilt ist. Es erscheint begreiflich, daß er die beiden Schriften von 1839 und 1847 nach der mündlichen Erzählung Séguin's nicht sonderte. Mayer's Aufsatz vom Jahre 1842 kannte er damals (1855) überhaupt nicht.

---

[9]) Daß „bewegte Materie" und „Bewegung" gleichbedeutend seien und „Wärme" dasselbe sei wie „warme Materie", ergibt sich aus den citirten Stellen nicht. Mayer hat sich beim Niederschreiben seiner Gedanken öfters viel mehr gedacht, als er niederschrieb. Hier aber widersprechen die beiden Gleichsetzungen formal den von ihm ausgesprochenen Grundsätzen, daß „Bewegung" nicht „Materie" (also auch nicht „bewegte Materie") sei und Wärme nicht „Materie" (also auch nicht „warme Materie") sei. Offenbar hat diese durch Griesinger's Bemerkung veranlaßte Aeußerung nur den Sinn, daß man bei dem Worte „Bewegung" bloß an bewegte Materie, bei „Wärme" allein an warme Materie zu denken habe, es also ohne Materie keine Bewegung und keine Wärme geben könne, während Materie ohne Bewegung und Wärme nach Mayer denkbar wäre.

---

[10]) Die Angabe, daß Aether = Alkohol + Wasser sei, konnte nur, so lange der Proceß der Aetherbildung noch ungenügend erforscht war, in Geltung bleiben. Jetzt weiß man nicht allein, daß jene Gleichung falsch ist, sondern auch, daß der Aether entsteht, indem zuerst das Schwefelsäurehydrat den Alkohol zersetzt, so daß Aethylschwefelsäure und

Wasser sich bilden. Die erstere zerfällt aber sogleich wieder und gibt nun mit Alkohol Aethyläther, indem Schwefelsäurehydrat regenerirt wird. Für die Beweisführung im Briefe ist jedoch die Theorie der Aetherbildung unerheblich, weil nach wie vor thatsächlich der Aether „unter Mitwirkung der Schwefelsäure" aus Alkohol entsteht.

---

[11]) Liebig hat noch in der 1846 erschienenen dritten umgearbeiteten und sehr vermehrten Auflage seines Buches „Die Thier-Chemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie" die Lebenskraft nicht nur als „eine Kraft im Zustande der Ruhe" im Ei, im Pflanzensamen beibehalten, sondern auch im vollen Ernst eine besondere Statik und Dynamik der Lebenskraft unterscheiden wollen, als wenn R. Mayer nicht existirte. Die im dritten Brief erwähnte Abhandlung Liebig's ist die im Februarheft seiner „Annalen" 1842 im 41. Bande erschienene: „Der Lebensproceß im Thiere und die Atmosphäre" (auch in Froriep's Neuen Notizen vom Februar und März 1842). Diese also bestimmte Mayer, sein Manuskript vom Jahre 1841 mit den dogmatischen Sätzen gerade in Liebig's „Annalen" zu veröffentlichen, wohin es inhaltlich nicht gehört. Später hat er seine scharfen, aber durchaus sachlichen Angriffe gegen Liebig (von denen weiter unten im zehnten Briefe die Rede ist), veröffentlicht, und zwar in seiner Hauptschrift 1845, ohne daß eine Vertheidigung Liebig's, so viel ich finde, erfolgt wäre. Dieser rühmt vielmehr in der Volksausgabe seiner „Chemischen

Briefe" (S. 116) im Jahre 1865 die Bedeutung der neuen Vorstellungen Mayer's über das Wesen der Naturkräfte.

---

[12]) Die „einfachen nicht gut zu läugnenden Principien" sind die Denkgesetze. Nun ist es zwar ganz richtig, daß das Gesetz von der Unzerstörlichkeit und Wandelbarkeit der Kräfte — um einmal in der damaligen Sprache Mayer's zu reden — sich als nothwendige Consequenz aus dem Satze vom zureichenden Grunde widerspruchsfrei ableiten läßt, und daß Mayer schon im Jahre 1842 den Inhalt und die allgemeine Gültigkeit des 1847 von Herrn von Helmholtz in strenger Form dargelegten Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, wie dieser selbst („Mayer's Priorität" in seinen Aufsätzen und Reden 1884) erklärt, richtig erkannt hat; aber ebenso gewiß ist, daß das Gesetz ohne den Nachweis der Unveränderlichkeit des von Mayer entdeckten Verhältnisses von Arbeit und Wärme und ohne den Nachweis, daß ungleichartige Processe denselben Zahlenwerth liefern, in der Luft schwebt. Dieser Nachweis kann natürlich nur auf experimentellem Wege geliefert werden und ist erst nach dem Jahre 1843 von Herrn James Prescott Joule insoweit geliefert worden, als Niemand mehr an der Constanz zweifelt, während Mayer, der übrigens Herrn Joule's Selbständigkeit ausdrücklich anerkennt (1850), mit einer bewunderungswürdigen Beharrlichkeit die Constanz jener Zahl, die er rein theoretisch erschloß, behauptete, und schon 1842, wie diese Briefe zeigen, physikalisch und physiologisch in genialer Weise verwerthete.

Noch weniger überzeugend mußte aber das Zweite sein, was in diesem Briefe zum Beweise seiner neuen Naturlehre von Mayer angeführt wird. Er sagt, daß ein Perpetuum mobile unmöglich sei, werde allgemein angenommen, und aus dieser (damals nur inductiv gewonnenen) Einsicht folgten seine Sätze mit absoluter Sicherheit. Woher soll man aber wissen, daß ein Perpetuum mobile theoretisch unmöglich ist, wenn nicht einzig und allein aus dem Gesetz von der Unzerstörbarkeit und Verwandlung der Kräfte? Dieses auf jene Unmöglichkeit stützen, heißt das zu Beweisende vor dem Beweise zur Voraussetzung machen. Schon als Knabe von 10 Jahren beschäftigte sich Mayer (nach Rümelin) eifrig und lange mit Erfindung eines Perpetuum mobile und überzeugte sich schließlich von der Unmöglichkeit einer Lösung. Daß er als 28 jähriger Mann diese Ueberzeugung der absoluten Gewißheit gleichstellte, ist bezeichnend für das Vertrauen, das er in den eigenen Verstand setzte.

Von solchen im privaten Briefwechsel durchaus natürlichen subjectiven Ausführungen findet sich nichts in Mayer's gedruckten Schriften. Sie zeigen, wie schwer es ihm wurde, seine persönliche Ueberzeugung mit objectiven Gründen Anderen als richtig beizubringen.

Der dritte Beweisgrund ist nur ein Hinweis auf künftige Versuche und Verwerthungen vorhandener Bestimmungen, die ihn sehr beschäftigten. Hätte Mayer schon damals Herrn Joule's Versuche zur Verfügung gehabt oder mehr Beobachtungen von der Art, wie er sie selbst später in einer Papiermühle anstellte, ausgeführt oder wenigstens ersonnen, die jahrelange Unzufriedenheit und der ihn niederdrückende

Mangel an Anerkennung wären ihm ohne Zweifel erspart geblieben. Darin unterschied er sich zu seinem Nachtheil von den ihm geistig verwandten, und wie er ohne Schulung bahnbrechenden Entdeckern, von Galilei, von Darwin und von Faraday, daß er nicht selbst zielbewußt beobachtete und experimentirte, um die Richtigkeit seiner Schlüsse an der Erfahrung zu prüfen, während er in Betreff der Originalität, der Fähigkeit, aus gegebenen Thatsachen neue Wahrheiten zu abstrahiren, sowie bezüglich der Generalisation derselben und der Erkenntniß ihrer Tragweite jenen Forschern wohl gleichkam.

---

[13]) Wasser und Wärme sind unzerstörliche und wandelbare Objecte, jenes aber eine ponderable Materie, diese ein imponderables Object, eine Kraft im Sinne der Mayer'schen Ausdrucksweise. Der Schreibfehler im Original — „Materien" statt „Objecte" — liegt auf der Hand.

---

[14]) Einige Forscher haben Mayer für einen Metaphysiker gehalten. Aus dem Briefwechsel folgt aber, was bis jetzt nicht bekannt war, daß er gerade in der Zeit seiner größten Productivität die Naturphilosophie und die Metaphysik verabscheute. Es fehlte ihm das Organ dafür. Rümelin erklärt sogar, daß er bis 1841 niemals ein philosophisches Buch gelesen habe und fügt hinzu: „und hat dieß, soviel ich weiß, auch später nicht gethan. Als ich ihm einmal Hegels Logik und den Band der Encyklopädie, der die Naturphilosophie enthält mitgab, brachte er beides nach wenigen Tagen zurück mit der Bemerkung: daß er keine

Sylbe davon verstanden habe, und nichts verstehen würde, auch wenn er hundert Jahre darin läse". Und doch! Derselbe Berichterstatter, welcher Mayer genau kannte und gerade im Herbst 1841 viel mit ihm zusammen war, sagt unzweideutig in denselben „Erinnerungen an Robert Mayer":

„Obgleich es schon deutlich genug aus seinen Schriften selbst zu ersehen ist, so kann ich es doch aus meiner Erinnerung auch als eine ganz positive Thatsache bezeichnen daß, obgleich er von einem Schulphilosophen so entfernt als nur möglich war, doch ein durchaus selbständiges, dem Gebiete der Logik und Metaphysik angehöriges Nachdenken über das Wesen der Causalität an seinen Entdeckungen einen vielleicht ebensogroßen Antheil hatte, als die exacte Naturforschung. Seine einfache und originale, aber streng logische Art zu denken, sah in den hergebrachten Vorstellungen über das Verhältniß von Ursache und Wirkung Lücken, welche von den Meistern der Weltweisheit noch nicht ausgefüllt zu sein schienen".

Der letzte Satz ist richtig. Aber es war nicht das Gebiet der Logik und Metaphysik, sondern der Erkenntnißtheorie, dem sein Nachdenken angehörte in dem Jahre der Einsamkeit auf dem Holländischen Schiffe in den Asiatischen Gewässern und auch später.

Wie wenig seine ganze Naturanschauung metaphysisch genannt werden darf, so lange er überhaupt productiv war, geht schon aus seiner unüberwindlichen Abneigung gegen die Verwendung von Ausdrücken hervor, an welche sich widersprechende Begriffe knüpfen, wie z. B. Schwerkraft. In dieser Hinsicht ist auch die im ersten Briefe dem Worte

„Atom" beigefügte Parenthese (sit venia verbo) charakteristisch. Denn in der That haftet jeder Atomistik ein stark metaphysisches Element an. Ihm ist dort „Atom" nur ein kurzes Wort für „das kleinste Stück".

---

[15]) Der Entwurf ist der zu der weltberühmten Abhandlung, welche im folgenden Jahre erschien unter dem ungeeigneten Titel „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel. Ein Beitrag zur Naturkunde von Dr. J. R. Mayer". Heilbronn, Verlag der C. Drechsler'schen Buchhandlung. 1845 (112 Seiten). Der Verfasser mußte die Druckkosten selbst bezahlen. 1874 erschien sie in der „Mechanik der Wärme" (2. Aufl.) mit genaueren Zahlen. Der in Verbindung mit dieser Schrift genannte Pfeufer ist Professor Dr. Karl von Pfeufer, als Arzt und akademischer Lehrer weithin angesehen, ein Freund Liebig's in München. Er gab mit Henle zusammen eine „Zeitschrift für rationelle Medicin" in vielen Bänden heraus. Er war geboren am 22. December 1806 und starb am 13. September 1869.

---

[16]) Die Lebhaftigkeit, mit der Mayer die Stätte der physiologischen Verbrennung in das Blut verlegt, statt in die Gewebe, ist um so auffallender, als aus seiner neuen Theorie die Entscheidung dieser Frage nicht abzuleiten ist. Sie erklärt sich durch seine Neigung, allemal in zweifelhaften Fällen der einfacheren Annahme den Vorzug zu geben und auch wohl aus einer zu weit getriebenen Parallelisirung des Organismus und der Dampfmaschine.

Außerdem wußte man zu jener Zeit so gut wie nichts von dem Leben des Protoplasma in den Geweben. Die in diesem Briefe zum ersten Male, wenn auch numerisch ungenau, aufgestellte quantitative Beziehung zwischen der Muskelarbeit, nämlich der Hebung des eigenen Körpers beim Steigen, und dem dabei verbrannten Kohlenstoff der Nahrung gibt dagegen zu einer ganzen Reihe der wichtigsten Anwendungen der Mayer'schen Theorie auf Lebensvorgänge Anlaß. Die quantitative physiologische Wärmemechanik bezeichnet einen der größten Fortschritte der neueren Physiologie. Ihre Anfänge sind durch diesen Brief vom Juni 1844 gegeben.

---

[17]) Eine genauere Darlegung des Gedankenganges, der ihn zur Auffindung der constanten Beziehung zwischen Arbeit und Wärme in Ostindien führte, wo die hellrothe Farbe des Aderlaßblutes ihm auffiel, hat Mayer in seinen „Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme" 1850 gegeben. Diese meisterhafte Arbeit ist in seinem Buche „Die Mechanik der Wärme" abgedruckt.

---

[18]) Da Mayer sich selbst „einen der Physik nur so wenig kundigen Mann" nennt, er, der die größte physikalische Entdeckung seit Newton gemacht hat, und zwar in einem Briefe, von dem er nicht annehmen konnte, daß er jemals werde gedruckt werden, so sind damit die Behauptungen seiner Gegner widerlegt, als wenn er von Haus aus an einer krankhaften Selbstüberschätzung gelitten habe. Als ich ihn im Jahre 1864 in der Naturforscherversammlung zu Gießen fragte, in welcher Section er sich mehr

heimisch fühle, ob in der physikalischen oder in der medicinischen, gab er mir heiter die Antwort, das wisse er selbst nicht recht; er schwebe von der einen zur anderen, es sei ihm aber angenehm, daß die Physiker ihn ebenso gern zu den Ihrigen rechneten wie die Aerzte. Er hatte sich in die physikalische Section einschreiben lassen. Das war zweiundzwanzig Jahre nach der ersten Veröffentlichung seiner Entdeckung.

In der Naturforscherversammlung zu Innsbruck im Jahre 1869, wo er in der ersten allgemeinen Sitzung einen Vortrag über die mechanische Wärmetheorie hielt, fiel mir aufs Neue seine außerordentliche, hier und da zu weit gehende und doch ganz ungekünstelte Bescheidenheit auf.

„In Wahrheit gab es wohl selten einen Mann von größerer Bescheidenheit. Ich kann wohl sagen: sein ganzes Wesen charakterisirte eine rührende, fast kindliche Bescheidenheit und Anspruchslosigkeit und wohl selten wurde fremdes Verdienst so freudig und liebenswürdig anerkannt, wie von ihm.“ So schreibt mir eine Mayer sehr nahe stehende Persönlichkeit.

---

[19]) Nicht ohne Witz bemerkt Herr E. Mach, welcher treffend Robert Mayer eine moderne Galilei'sche Natur nennt („Zur Geschichte des Arbeitsbegriffs“ Wiener Akad. 68. Bd. 1873), in seiner Schrift: „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit“ (Prag, 1872), daß es uns noch immer freisteht, ob wir uns die Wärme als einen Stoff denken wollen oder nicht, und daß wir die Entdeckung, Wärme sei Bewegung, anstaunen, ob-

gleich sie nie gemacht worden sei. Denn nur weil das Maß der Wärmemengen der Arbeitswerth der Wärme ist, welcher verschwindet, wenn Arbeit geleistet wird, folgerte man, die Wärme könne kein Stoff sein. Denkt man sich aber, das Wasser werde durch seinen Arbeitswerth, etwa in einer Mühle, gemessen und der Arbeitswerth des Wassers „Menge" genannt, so „würde diese Menge in dem Maße verschwinden, als sie Arbeit leistet". Daß das Wasser kein Stoff sei, folgt hieraus so wenig wie das Gegentheil. Gerade-so die Wärme. Die Annahme, daß die Wärme Bewegung ist, kann natürlich durch derartiges Spielen mit Begriffen nicht im Geringsten unwahrscheinlich werden, auch nicht an theoretischem Werthe und an Fruchtbarkeit und praktischem Nutzen verlieren; aber von der Annahme zum objectiven thatsächlichen Beweise ist es noch weit. R. Mayer zeigt in diesem Briefe auch bezüglich des „Wärmestoffes" eine für die damalige Zeit außerordentliche Freiheit der Abstraction vom Herkömmlichen.

---

[20]) „Da muß man mit der Katze durch die Bach" ist eine schwäbische Redensart. Sie bedeutet etwa dasselbe wie: Da muß man durch Dick und Dünn, nothwendig allerlei unangenehme Hindernisse überwinden, sich durchhauen, kurzen Prozeß machen. Eine etwas andere aber nahe verwandte Auffassung theilt mir ein hochgeschätzter Correspondent mit: „Ich muß die Katz durch die Bach schleifen" heißt soviel als: ich bin verdammt ein bestimmtes unangenehmes Geschäft, das die anderen auf mir lasten lassen, zu erledigen,

nachdem es einmal — mit meiner Schuld oder ohne dieselbe — angefangen ist.

Alle diese Auslegungen, welche mir von Süddeutschen zugingen, bezeichnen treffend ein gut Theil von Mayer's Geistesarbeit.

---

[21]) Die Formulirung des für die tägliche Herzarbeit erforderlichen (zu oxydirenden) Kohlenstoffs in Gestalt eines ärztlichen Recepts spricht ebenso für Mayer's damaligen Humor wie für seine Sicherheit bezüglich der Richtigkeit seiner Theorie. Und doch ist es dieser Brief, wo zum ersten Male die Herzthätigkeit (und zwar die in vierundzwanzig Stunden geleistete), zahlenmäßig (wenn auch noch ungenau) auf die Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff (der Nahrung) zurückgeführt wird. Daß dabei Mayer glaubt, nicht im Gewebe, sondern im Blute des Herzens finde die Oxydation statt, ist, wie ich schon hervorhob, für seine neue Lehre von untergeordneter Bedeutung. Das Protoplasma in den Muskelfasern des Herzens, welchem das Blut die anaplastischen und die dynamogenen Stoffe zuführt, und welches sich schnell erneuert, war damals noch nicht bekannt.

---

[22]) Hier ist deutlich ausgesprochen, daß nur dann in der Physik von Ursache und Wirkung die Rede sein soll, wenn zwischen beiden eine constante Größenbeziehung besteht. Bei der Explosion dagegen ist der Funke nicht Ursache, sondern er löst erst den Vorgang der Verbrennung des Pulvers aus, welcher die Explosion bewirkt. „Kleine Ursachen, große Wirkungen" ist ein falscher Satz. Ueber den

hier schon vollkommen selbständig gefaßten, aber noch nicht benannten Begriff der „Auslösung", welcher auch unter dem Namen „Reizung" in der Physiologie eine sehr wichtige Rolle spielt, hat Mayer 1876 eine interessante Abhandlung veröffentlicht.

---

[23]) Wenn zum Schlusse der geniale Entdecker dem vertrauten Freunde, der trotz aller vorangegangenen Briefe ihn „so zu sagen in Allem mißverstanden" hat und die von der Anwendung der neuen Lehre auf die Physiologie zu erwartenden Früchte kümmerlich findet, zuruft: „Eine einzige Zahl hat mehr wahren und bleibenden Werth als eine kostbare Bibliothek voll Hypothesen!" so liegt darin eine Siegesgewißheit und eine Festigkeit der Ueberzeugung, wie sie nur sehr wenigen Menschen zu Theil wird, die mit ihren Ideen Alle gegen sich haben.

Wie anders später! Jahr auf Jahr verging, ohne die geringste Anerkennung, ja nur Beachtung der Arbeit seines Lebens zu bringen. Er mußte das Gegentheil erfahren von dem, was er verdiente und sagte: entweder sei sein ganzes Denken anomal und pervers, dann sei sein richtiger Platz im Irrenhause; oder aber er habe neue und wichtige Wahrheiten erkannt und finde dafür statt Anerkennung noch Hohn und Schmähung — ein Drittes gebe es nicht; beides aber sei gleich niederdrückend. In Wahrheit hat jedoch Robert Mayer seit 1841 bis zu seinem Tode keinen Augenblick die Richtigkeit seiner, die exacte Naturlehre reformirenden Gedanken bezweifelt. Das geht aus Allem, was man von zuverlässiger Seite über ihn in Erfahrung gebracht hat,

mit Sicherheit hervor, besonders aus der (leider durch ungerechte Beurtheilungen hervorragender Forscher entstellten) Schrift von Dühring „Robert Mayer, der Galilei des neunzehnten Jahrhunderts“ (Chemnitz 1880).

Anerkennung fand er erst spät, als Andere die von ihm gebrochenen Bahnen betraten und immer neue fruchtbare Gefilde wissenschaftlicher Forschung, immer neue praktische Anwendungen seiner Lehrsätze fanden.

Es ist dabei von nicht geringem historischem Interesse, daß nicht allein in den ersten Jahren nach ihrem Erscheinen die beiden Schriften Mayer's von 1842 und 1845 keine einzige öffentliche anerkennende, zustimmende oder auch nur sie berücksichtigende Besprechung fanden, sondern auch kein in- oder ausländischer Jahresbericht damals davon Notiz nahm, soviel ich finde.

Erst in den von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin dargestellten Fortschritten der Physik im Jahre 1847 (3. Jahrg. Berlin, Reimer, 1850), dessen Vorbericht von Karsten das Datum des 10. Mai 1849 trägt, findet sich eine auf die Mayer'sche Schrift vom Jahre 1845 und seine Mittheilung an die Pariser Akademie vom 16. Oktober 1848, sowie auf eine Abhandlung von Donders vom Jahre 1847 sich beziehende Notiz (S. 232) des damaligen Referenten Dr. H. Helmholtz, welche lautet:

„Die Schriften von Mayer und Donders sind der Vollständigkeit wegen citirt. Sie enthalten Zusammenstellungen der bekannten Facta im Wesentlichen von denselben Gesichtspunkten aus angesehen, wie es der Referent im Jahresbericht für 1845 gethan hat.“

Und S. 237 sagt derselbe:

„Für den factischen Nachweis, daß einer bestimmten Quantität mechanischer Kraft immer eine Quantität Wärme entspreche, existiren bisher nur die noch unvollkommenen Versuche von Joule (Philos. Magaz. XXVI. 369)."

In dem 1847 erschienenen Jahresberichte für 1845 wird in dem Helmholtz'schen Bericht über „physiologische Wärmeerscheinungen" die Kraftäquivalenz erörtert, aber die schon in Mayer's Arbeiten (1842 und 1845) enthaltene numerische Auswerthung der mechanischen und thermischen Energie noch nicht erwähnt.

In der Sitzung der Pariser Akademie vom 27. Juli 1846 wurde eine von Mayer eingesendete Abhandlung über die Entstehung des Sonnenlichts und der Sonnenwärme Pouillet und Babinet zur Begutachtung überwiesen, in der Sitzung vom 14. September 1846 eine zweite ebensolche Arago und Cauchy.

In der Sitzung vom 16. October 1848 erklärte Mayer in einer Zuschrift über die Umwandlung der lebendigen Kraft in Wärme und umgekehrt, daß er zuerst dieselbe entdeckt und unzweideutig (1842) ausgesprochen habe; den Kraftwerth der Wärme habe er zu 367 Kilogrmtr. gefunden. Er sagt: „Ich habe 1840 in Surabaya das Gesetz von der Aequivalenz der mechanischen Arbeit und der Wärme gefunden". Er erinnert hier auch u. a. daran, daß er die Umwandlung der mechanischen Arbeit in Magnetismus und des Magnetismus in Wärme gefunden habe.

Ueber diese Mittheilung Mayer's, welche er im 3. Jahrgang der Fortschritte der Physik (für 1847) zugleich mit

der Hauptschrift vom J. 1845 (s. S. 132) citirt hatte, sagt der Berichterstatter Prof. Dr. Helmholtz im 4. Jahrgang (für 1848, S. 66), welcher 1852 erschien:

„Hr. Mayer reclamirt in seiner Note die Priorität für den Gedanken, daß die Wärmeeinheit einer bestimmten Arbeitsgröße proportional sei, worüber er im Juli 1846 ein Memoire der Akademie eingereicht hatte. In demselben war ein numerischer Werth für das mechanische Aequivalent der Wärme aus der Erwärmung der Gase auf dieselbe Weise berechnet, wie es Holtzmann in seiner Schrift „Ueber die Wärme und Elasticität der Gase“ schon 1845 gethan hatte. Er will das Princip 1840 gefunden haben, 1842 erschien in den Ann. d. Chem. u. Pharm. XLII, 234 seine erste Veröffentlichung darüber, in welcher er die Unzerstörbarkeit der Kräfte und ihre Aequivalenz in der Transformation behauptet hat. Im Jahre 1845 hat er in seiner Schrift „Die organische Bewegung“ dasselbe auf den Menschen angewendet, und auch noch weitere physikalische Folgerungen gezogen, wie z. B. die Erwärmung der Magnete durch Wechsel ihrer Pole erschlossen.“

Mayer's „Bemerkungen über das mechanische Aequivalent der Wärme“ (Heilbronn und Leipzig 1851) veranlaßten noch die Notiz desselben Berichterstatters:

„Hr. Mayer hat in seiner Schrift: ‚Bemerkungen über das mechan. Aequiv. d. Wärme‘ eine neue populäre Darstellung des Sachverhalts, eine Geschichte seiner Entdeckung und eine Discussion über die Anwendung des Wortes Kraft gegeben, worin er vorschlägt, es fortan nur in dem Sinne von lebendiger Kraft oder Arbeit zu gebrauchen.“ (Die

Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851, 6. u. 7. Jahrg. Berlin, Reimer, 1855 S. 590) und (S. 597):

„Hr. Colding hatte schon am 1. Novbr. 1843 der Akademie von Kopenhagen Versuche mitgetheilt, wonach die bei der Reibung fester Körper entwickelte Wärme der verschwundenen Arbeitsgröße proportional ist, und gleichzeitig das Gesetz von der Erhaltung der Kraft als allgemein gültig hingestellt, welches er, wie es scheint, unabhängig von Mayer, dessen erste Veröffentlichung 1842 geschehen ist, gefunden hatte."

Inzwischen hatte Hr. Joule der Akademie zu Paris am 22. Januar 1849 mitgetheilt, er und nicht Mayer habe den Arbeitswerth der Wärme gefunden, denn Mayer habe bei seiner Berechnung desselben vorausgesetzt, daß die specifische Wärme eines Gases bei verschiedener Dichte desselben sich gleich bleibe, was garnicht bewiesen gewesen sei, die allgemeine Ansicht sei vielmehr dahin gegangen, daß die specifische Wärme mit dem Drucke variire, d'où il découle que la conclusion non appuyée de Mayer qui n'est pas en concordance avec les faits connus à cet époque n'avait pas dû appeler l'attention des savants.

Zu einer so starken Sprache war Hr. Joule nicht im mindesten berechtigt. Denn Mayer machte in einer Zuschrift an die Akademie in deren Sitzung vom 12. November 1849 diese darauf aufmerksam, daß Gay-Lussac längst den Joule'schen Versuch vom Jahre 1844 angestellt habe, den Versuch, aus dem die Constanz der specifischen Wärme auch bei Verdünnung des Gases hervorgehe (Philos. Mag. XXVI. 377).

Ich habe mich davon überzeugt, daß Mayer Recht hat und die Quellen oben (unter 8) angegeben.

Diese Thatsache, welche Mayer erst die volle und bedingungslose Priorität sichert, scheint aber, ebenso wie die übrigen hier zusammengestellten Notizen sehr wenig bekannt zu sein.

In Deutschland ist man auf die Bedeutung der Mayer'schen Arbeiten erst seit 1854 durch eine Bemerkung des Herrn von Helmholtz aufmerksam geworden, welcher in seinem am 7. Februar 1854 in Königsberg gehaltenen Vortrage „Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte" (Königsberg, Gräfe und Unger 1854 S. 19) sagte:

„Der erste, welcher das allgemeine Naturgesetz, um welches es sich hier handelt, richtig auffaßte, und aussprach, war ein deutscher Arzt, J. R. Mayer in Heilbronn, im Jahre 1842. Wenig später, 1843, übergab ein Däne, Colding, der Akademie von Kopenhagen eine Abhandlung, welche dasselbe Gesetz aussprach und auch einige Versuchsreihen zu seiner weiteren Begründung enthielt. In England hatte Joule um dieselbe Zeit angefangen, Versuchsreihen anzustellen, welche sich auf denselben Gegenstand bezogen . . . Ich selbst hatte, ohne von Mayer und Colding etwas zu wissen, und mit Joule's Versuchen erst am Ende meiner Arbeit bekannt geworden denselben Weg betreten; ich bemühte mich namentlich, alle Beziehungen zwischen den verschiedenen Naturprocessen aufzusuchen, welche aus der angegebenen Betrachtungsweise zu folgern waren, und veröffentlichte meine Untersuchungen 1847 in einer kleinen Schrift unter dem Titel: „Ueber die Erhaltung der Kraft!"" Der

Inhalt der letzteren wurde der Berliner physikalischen Gesellschaft am 23. Juli 1847 vorgetragen.

Trotz dieser zwar späten, aber rückhaltlosen Anerkennung dauerte es immer noch lange, ehe Mayer's Entdeckungen weiter bekannt wurden. Sehr viel hat dazu beigetragen die „Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik" von E. Dühring (Berlin 1872/73). Derselbe sagt, in der Hauptsache werde man stets anerkennen müssen, daß Mayer nicht etwa nur durch die Thatsache des Aequivalents, sondern auch durch seine eigenthümliche Auffassungsart der Naturkräfte eine Umwälzung der Denkweise eingeleitet habe, deren Tragweite bis jetzt nur zu einem geringen Theil durchmessen sei. Er rühmt auch, was der Heilbronner Arzt, abgesehen von seiner Entdeckung, für eine einfache und klare die strenge Wissenschaftlichkeit mit edler Popularität verbindende Naturauffassung geleistet habe und die anregende Kraft seiner genialen Conceptions- und Darstellungsart.

Ueberall tritt diese auch bei der Lectüre seiner Briefe hervor, die offenbar ohne jede Rücksicht auf die Form hingeschrieben wurden und nur sehr selten ein durchstrichenes Wort, aber viele Abkürzungen bieten.

Auch die neuesten geschichtlichen und kritischen Arbeiten über das Princip der Erhaltung der Energie stimmen mit der außerordentlich klaren Dühring'schen Darlegung der Substanz von Mayer's neuer Kraftlehre überein. So die von J. J. Weyrauch „Das Prinzip von der Erhaltung der Energie seit Robert Mayer. Zur Orientirung." (Leipzig 1885 S. 7 f.), und die oben erwähnte von Planck (S. 26),

welcher ebenfalls auf modern physikalischer Beurtheilungsgrundlage stehend sich u. a. folgendermaßen äußert:

„Unumstößlich fest steht es, daß er der Erste war, der den Gedanken, welcher für unsere heutige Naturanschauung charakteristisch ist, nicht nur öffentlich ausgesprochen, sondern auch, worauf es ja am meisten ankommt, nach Maaß und Zahl verwerthet und auf alle ihm zugänglichen Naturerscheinungen im einzelnen angewendet hat... Sucht man aber das Princip sich klar und anschaulich zu machen, d. h. mit anderen uns geläufigen Vorstellungen und Sätzen in Zusammenhang zu bringen, so sind die Mayer'schen Ausführungen, die auf dem Gedanken beruhen, daß keine Wirkung in der Natur verloren geht, immer noch mit das Beste dieser Art. Dieselben dürfen in ihrer Bedeutung nicht unterschätzt werden; denn wenn wir nicht irren, so ist die verhältnißmäßig überraschende Schnelligkeit und Leichtigkeit, mit der sich ein Satz von so enormer Tragweite, wie der der Erhaltung der Energie nach Ueberwindung der ersten Schwierigkeiten in den Geistern heimisch machte, nicht nur den vielen einzelnen inductiven Beweisen zuzuschreiben, sondern zum großen Theil auch der Vorstellung seines Zusammenhangs mit dem Gesetz von Ursache und Wirkung. Wenn wir daher den Mayer'schen philosophischen Betrachtungen gewiß keine physikalische Beweiskraft werden zusprechen können, so haben sie doch insofern eine eminente praktische Wichtigkeit, als sie die Uebersicht über den gesammten Inhalt des Princips erleichtern und so die leitenden Ideen angeben, nach welchen die Fragestellung an die Natur erfolgen muß."

Was hier „philosophische Betrachtungen" genannt wird, ist nichts anderes, als Mayer's gänzlich neue Verwerthung des alten Satzes causa aequat effectum, welche nicht in die Philosophie, sondern in das Gebiet der Erkenntniß-theorie fällt. Ohne diese stände das Princip von der Erhaltung der Energie nicht entfernt so fest wie es der Fall ist. Denn seine allgemeine Gültigkeit kann physikalisch überhaupt nicht bewiesen werden, weil es sich nur auf endliche jedem äußeren Einflusse entzogene Systeme beziehen kann, solche Systeme aber thatsächlich nicht herstellbar sind und wir nicht wissen, ob die Welt ein System der Art ist oder nicht. Als regulatives Princip ist aber das Princip von der Erhaltung der Energie unumstößlich, wie das Gesetz von der Erhaltung der Materie von axiomatischem Charakter. Es kann höchstens auf apagogischem Wege bewiesen werden, bedurfte aber der experimentellen Ermittlung des Wärme-äquivalentes (Joule) geradeso wie das Princip von der Erhaltung der Materie der von Lavoisier in die Chemie eingeführten quantitativen Analyse durch die Wage bedurft hat.

Doch genug über Urtheile Anderer. Das meinige fasse ich in gedrängtester Kürze also zusammen: Robert Mayer hat vollkommen selbständig

1. ausgehend von eigenen Beobachtungen, vornehmlich der Vorgänge an lebenden Wesen und arbeitenden Maschinen, und nicht beeinflußt durch irgend einen Vorgänger das Princip von der Erhaltung der Energie (der Kraft, der Arbeit) gefunden und begründet;

2. auf Grund von zuverlässigen Experimenten der bewährtesten Forscher und ohne Einführung einer neuen

Hypothese zuerst den Kraftwerth der Wärme berechnet und die ungeheure Tragweite dieser Natur-Constanten erkannt;

3. durch intensives Denken über das Verhältniß von Ursache und Wirkung die Nothwendigkeit erkannt und dargelegt, in dasselbe den Maßbegriff einzuführen und den Begriff der Auslösung davon zu trennen;

4. durch Anwendung seiner Entdeckungen auf die lebenden Wesen das Verhältniß des Stoffwechsels zur organischen Bewegung zum ersten Mal klar erkannt und dargelegt;

5. eine neue Theorie über die Quelle der Sonnenwärme durch Anwendung seiner Lehre auf kosmische Körper begründet;

6. durch die meisterhafte gemeinfaßliche Darstellung seiner Entdeckungen das Vorurtheil beseitigt, als wenn die Wissenschaft nur den Gelehrten gehöre.

Durch diese Leistungen hat er sich um die Wissenschaft und Technik im höchsten Grade verdient gemacht und er wird fortan eine hervorragende Stelle einnehmen in der Geschichte der Physik als Begründer des Princips von der Erhaltung der Energie und der mechanischen Wärmetheorie, in der Geschichte der Erkenntnißtheorie durch seine Präzisirung des Causalverhältnisses, in der Geschichte der Physiologie durch seine Lehre von der thierischen Wärmemechanik, in der Geschichte der Astronomie durch seine Dynamik des Himmels und in der Geschichte der deutschen Literatur durch seine im besten Wortsinne populär-wissenschaftlichen Schriften.

Ein solcher Mann verdient Bewunderung. Deutschland kann stolz auf ihn sein.



# Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur;

von

**J. R. Mayer.**

---

Annalen der Chemie und Pharmacie. Herausgegeben von Friedrich Wöhler und Justus Liebig Band XLII. Heidelberg 1842. Zweites Heft (S. 233 bis 240). Ausgegeben am 31. Mai 1842.

---

# Vorbemerkungen

des Herausgebers.

---

S. 146 Z. 6 v. u. hat das Original *e* statt $> e$.

S. 147 Z. 2 v. u. hat das Original H + cal. statt HO + cal.

S. 148 Z. 5 v. u. hat das Original „Glied, wo Gleichung“ statt „Glied der Gleichung“.

S. 147 Z. 9 v. u. bis S. 149 Z. 2 v. o. ist in der späteren Ausgabe fortgeblieben, ohne Zweifel weil dieses Beispiel für die Anwendung des Wortes „Ursache“ auf Materien wegen des „cal“ nicht zutrifft und verwirrend ist, auch die chemischen Bezeichnungen veraltet sind (Vgl. Brief I.).

S. 150 Z. 8 v. u. ist „auch“ später fortgelassen worden.

S. 151 steht „Masse“ $m$ mehrmals statt „Gewicht“ und $mc^2$ statt $\frac{1}{2} mc^2$, worüber oben Erläuterung 8 nachzusehen ist.

S. 152 Z. 3 v. u. hat das Original *xx* statt etc.

S. 154 Z. 4 scheint die Möglichkeit Eis durch Druck in Wasser zu verwandeln bezweifelt zu werden — ein um so auffallenderer Irrthum, als dieselbe

aus der mechanischen Wärmetheorie nothwendig folgt.

S. 155 Z. 2 v. u. heisst es in der späteren Ausgabe „(ursprünglichen) Abstande“ statt „Abstande“.

S. 158 Z. 6 v. u. hat das Original „Höhe circa 365 m“ statt „Höhe von circa 365 m“.

S. 159 Z. 2 v. o. hat das Original „werde“ statt „wird“.



## Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur;

Seite 233 des Originals.

von *J. R. Mayer.*

---

Der Zweck folgender Zeilen ist, die Beantwortung der Frage zu versuchen, was wir unter „Kräften“ zu verstehen haben, und wie sich solche untereinander verhalten. Während mit der Benennung Materie einem Objecte sehr bestimmte Eigenschaften, als die der Schwere, der Raumerfüllung, zugetheilt werden, knüpft sich an die Benennung Kraft vorzugsweise der Begriff des unbekannten, unerforschlichen, hypothetischen. Ein Versuch, den Begriff von Kraft ebenso präcis als den von Materie aufzufassen, und damit nur Objecte wirklicher Forschung zu bezeichnen, dürfte mit den daraus fliefsenden Consequenzen, Freunden klarer hypothesenfreier Naturanschauung nicht unwillkommen seyn.

Kräfte sind Ursachen, mithin findet auf dieselben volle Anwendung der Grundsatz: *causa aequat effectum.* Hat die Ursache $c$ die Wirkung $e$, so ist $c = e$; ist $e$ wieder die Ursache einer andern Wirkung $f$, so ist $e = f$, u. s. f. $c = e = f \ldots = c$. In einer Kette von Ursachen und Wirkungen kann, wie aus der Natur einer Gleichung erhellt, nie ein Glied oder ein Theil eines Gliedes zu Null werden. Diese erste Eigenschaft aller Ursachen nennen wir ihre *Unzerstörlichkeit.*

Seite 234 des Originals.

Hat die gegebene Ursache $c$ eine ihr gleiche Wirkung $e$ hervorgebracht, so hat eben damit $c$ zu seyn aufgehört; $c$ ist zu $e$ geworden; wäre nach der Hervorbringung von $e$, $c$ ganz oder einem Theile nach noch übrig, so müfste dieser rückbleibenden Ursache noch weitere Wirkung entsprechen, die Wirkung von $c$ überhaupt also $> e$ ausfallen, was gegen die Voraussetzung $c = e$. Da mithin $c$ in $e$, $e$ in $f$ u. s. w. übergeht, so müfsen wir diese Gröfsen als verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Objectes betrachten. Die Fähigkeit, verschiedene Formen annehmen zu können, ist die zweite wesentliche

Eigenschaft aller Ursachen. Beide Eigenschaften zusammengefafst sagen wir: Ursachen sind (quantitativ) *unzerstörliche* und (qualitativ) *wandelbare* Objecte.

Zwei Abtheilungen von Ursachen finden sich in der Natur vor, zwischen denen erfahrungsmäfsig keine Uebergänge stattfinden. Die eine Abtheilung bilden die Ursachen, denen die Eigenschaft der Ponderabilität und Impenetrabilität zukommt, — Materien; die andere die Ursachen, denen letztere Eigenschaften fehlen, — Kräfte, von der bezeichnenden negativen Eigenschaft auch Imponderabilien genannt. Kräfte sind also: *unzerstörliche, wandelbare, imponderable Objecte.*

[Wir wollen zuerst die Materien zur Aufstellung eines Beispiels von Ursachen und Wirkungen benützen. Knallgas, $H + O$, und Wasser $HO$ verhalten sich wie Ursache und Wirkung, also $H + O = HO$. Wird aus $H + O$, $HO$, so kommt aufser Wasser noch Wärme, cal., zum Vorschein; diese Wärme mufs ebenfalls eine Ursache, $x$, haben; es ist also: $H + O + x = HO + \text{cal.}$; es könnte sich nun fragen, ist wirklich

$H + O = HO$, und $x =$ cal., und nicht etwa $H + O =$ cal., und $x = HO$, worauf sich aus obiger Gleichung ebenfalls schliefsen liefse u. dgl. m. Die Phlogistiker erkannten die Gleichung von cal. u. $x$ das sie Phlogiston nannten, und thaten damit einen grofsen Schritt vorwärts, verwickelten sich aber wieder dadurch in ein System von Irrthümern, dafs sie statt $O, - x$ setzten, also beispielsweise $H = HO + x$ erhielten.

Seite 235 des Originals.

Die Chemie, deren Gegenstand es ist, den zwischen den Materien stattfindenden ursächlichen Zusammenhang in Gleichungen zu entwickeln, lehrt uns, dafs einer Materie als Ursache eine Materie als Wirkung zukomme; aber mit gleichem Rechte kann man auch sagen, dafs einer Kraft als Ursache, eine Kraft als Wirkung entspreche. Da $c = e$, und $e = c$, so ist es naturwidrig, das eine Glied der Gleichung eine Kraft, das andere eine Wirkung von Kraft oder Erscheinung zu nennen, und an die Ausdrücke Kraft und Erscheinung verschiedene Begriffe zu knüpfen; kurz also: ist die Ursache eine Materie, so ist auch die

Wirkung eine solche; ist die Ursache eine Kraft, so ist auch die Wirkung eine Kraft.]

Eine Ursache, welche die Hebung einer Last bewirkt, ist eine Kraft; ihre Wirkung, *die gehobene Last*, ist also ebenfalls *eine Kraft*; allgemeiner ausgedrückt heifst dies: *räumliche Differenz ponderabler Objecte ist eine Kraft;* da diese Kraft den Fall der Körper bewirkt, so nennen wir sie *Fallkraft.* Fallkraft und Fall, und allgemeiner noch Fallkraft und Bewegung sind Kräfte, die sich verhalten wie Ursache und Wirkung, Kräfte, die in einander übergehen, zwei verschiedene Erscheinungsformen eines und desselben Objectes. Beispiel: eine auf dem Boden ruhende Last ist keine Kraft; sie ist weder Ursache einer Bewegung, noch der Hebung einer andern Last, wird diefs aber in dem Mafse, in welchem sie über den Boden gehoben wird; die Ursache, der Abstand einer Last von der Erde, und die Wirkung, das erzeugte Bewegungsquantum, stehen, wie die Mechanik weifs, in einer beständigen Gleichung.

Indem man die Schwere als Ursache des Falls betrachtet, spricht man von einer Schwerkraft

und verwirrt so die Begriffe von Kraft und Eigenschaft; gerade das, was jeder Kraft wesentlich zukommen mufs, die *Vereinigung* von Unzerstörlichkeit und Wandelbarkeit, geht jedweder Eigenschaft ab; zwischen einer Eigenschaft und einer Kraft, zwischen Schwere und Bewegung läfst sich defshalb auch nicht die für ein richtig gedachtes Causalverhältnifs nothwendige Gleichung aufstellen. Heifst man die Schwere eine Kraft, so denkt man sich damit eine Ursache, welche, ohne selbst abzunehmen, Wirkung hervorbringt, hegt damit also unrichtige Vorstellungen über den ursächlichen Zusammenhang der Dinge. Um dafs ein Körper fallen könne, dazu ist seine Erhebung nicht minder nothwendig, als seine Schwere, man darf daher [auch] letzterer allein den Fall der Körper nicht zuschreiben.

Seite 236 des Originals.

Es ist der Gegenstand der Mechanik, die zwischen Fallkraft und Bewegung, Bewegung und Fallkraft, und die zwischen den Bewegungen unter sich bestehenden Gleichungen zu entwickeln; wir erinnern hier nur an einen Punkt. Die Gröfse der Fallkraft $v$ steht — den Erdhalbmesser $= \infty$

gesetzt — mit der Gröfse der Masse $m$ und mit der ihrer Erhebung $d$, in geradem Verhältnisse; $v = md$. Geht die Erhebung $d = 1$ der Masse $m$ in Bewegung dieser Masse von der Endgeschwindigkeit $c = 1$ über, so wird auch $v = mc$; aus den bekannten zwischen $d$ und $c$ stattfindenden Relationen ergiebt sich aber für andere Werthe von $d$ oder $c$, $mc^2$ als das Mafs der Kraft $v$; also $v = md = mc^2$; das Gesetz der Erhaltung lebendiger Kräfte finden wir in dem allgemeinen Gesetze der Unzerstörbarkeit der Ursachen begründet.

Wir sehen in unzähligen Fällen eine Bewegung aufhören, ohne dafs letztere eine andere Bewegung, oder eine Gewichtserhebung hervorgebracht hätte; eine einmal vorhandene Kraft kann aber nicht zu Null werden, sondern nur in eine andere Form übergehen, und es fragt sich somit, welche weitere Form die Kraft, welche wir als Fallkraft und Bewegung kennen gelernt, anzunehmen fähig sey? Nur die Erfahrung kann uns hierüber Aufschlufs ertheilen. Um zweckmäfsig zu experimentiren, müssen wir Werkzeuge wählen, welche neben dem,

Seite 237 des Originals. dafs sie eine Bewegung wirklich zum Aufhören bringen, von den zu untersuchenden Objecten möglichst wenig verändert werden. Reiben wir z. B. zwei Metallplatten an einander, so werden wir Bewegung verschwinden, Wärme dagegen auftreten sehen und es fragt sich jetzt nur, ist die *Bewegung* die Ursache von Wärme? Um uns über dieses Verhältnifs zu vergewissern, müssen wir die Frage erörtern, hat nicht in den zahllosen Fällen, in denen unter Aufwand von Bewegung Wärme zum Vorschein kommt, die Bewegung eine andere Wirkung als die Wärmeproduktion und die Wärme eine andere Ursache als die Bewegung?

Ein Versuch, die Wirkungen der aufhörenden Bewegung nachzuweisen, wurde noch nie ernstlich angestellt; ohne die möglicherweise aufzustellenden Hypothesen zum Voraus widerlegen zu wollen, machen wir nur darauf aufmerksam, dafs diese Wirkung in eine Veränderung des Aggregationszustandes der bewegten, sich reibenden etc. Körper in der Regel nicht gesetzt werden könne. Nehmen wir an, es werde ein gewisses Quantum von Be-

wegung $v$ dazu verwendet, eine reibende Materie $m$ in $n$ zu verwandeln, so müfste $m + v = n$, und $n = m + v$ seyn, und bei der Rückführung von $n$ in $m$ müfste $v$ in irgend einer Form wieder zu Tage kommen. Durch sehr lange fortgesetztes Reiben zweier Metallplatten können wir nach und nach ein ungeheures Quantum von Bewegung zum Aufhören bringen; kann uns aber beifallen, in dem gesammelten Metallstaub auch nur eine Spur der entschwundenen Kraft wieder finden und daraus reduciren zu wollen? Zu Nichts, wir wiederholen, kann die Bewegung nicht geworden seyn, und entgegengesetzte, oder positive und negative Bewegungen können nicht $= 0$ gesetzt werden, so wenig aus 0 entgegengesetzte Bewegungen entstehen können, oder eine Last sich von selbsten hebt.

So wenig sich, ohne Anerkennung eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Bewegung und Wärme, von der entschwundenen Bewegung irgend Rechenschaft geben läfst, so wenig läfst sich auch ohne jene die Entstehung der Wärme erklären. Aus der Volumensverminderung der

Seite 238 des Originals.

sich reibenden Körper kann dieselbe nicht hergeleitet werden. Man kann bekanntlich durch Zusammenreiben zwei Eisstücke im luftleeren Raume schmelzen; man versuche nun, ob man durch den unerhörtesten Druck Eis in Wasser verwandeln könne? Wasser erfährt, wie der Verfasser fand, durch starkes Schütteln eine Temperaturerhöhung. Das erwärmte Wasser (von 12° und 13° C.) nimmt nach dem Schütteln ein gröfseres Volumen ein, als vor demselben; woher kommt nun die Wärmemenge, welche sich durch wiederholtes Schütteln in demselben Apparate beliebig oft hervorbringen läfst? Die thermische Vibrationshypothese inclinirt zu dem Satze, dafs Wärme die Wirkung von Bewegung sey, würdigt aber dieses Causalverhältnifs im vollen Umfange nicht, sondern legt das Hauptgewicht auf unbehagliche Schwingungen.

Ist es nun ausgemacht, dafs für die verschwindende Bewegung in vielen Fällen (exceptio confirmat regulam) keine andere Wirkung gefunden werden kann, als die Wärme, für die entstandene Wärme keine andere Ursache als die Bewegung, so ziehen wir die Annahme, Wärme entsteht aus

Bewegung, der Annahme einer Ursache ohne Wirkung und einer Wirkung ohne Ursache vor, wie der Chemiker statt H und O ohne Nachfrage verschwinden, und Wasser auf unerklärte Weise entstehen zu lassen, einen Zusammenhang zwischen H und O einer- und Wasser anderseits statuirt.

Den natürlichen, zwischen Fallkraft, Bewegung und Wärme bestehenden Zusammenhang können wir uns auf folgende Weise anschaulich machen. Wir wissen, dafs Wärme zum Vorschein kommt, wenn die einzelnen Massentheile eines Körpers sich näher rücken; Verdichtung erzeugt Wärme; was nun für die kleinsten Massentheile und ihre kleinsten Zwischenräume gilt, mufs wohl auch seine Anwendung auf grofse Massen und mefsbare Räume finden. Das Herabsinken einer Last ist eine wirkliche Volumensverminderung des Erdkörpers, mufs also gewifs mit der dabei sich zeigenden Wärme im Zusammenhange stehen; diese Wärme wird der Gröfse der Last und ihrem (ursprünglichen) Abstande genau proportional seyn müssen. Von dieser Betrachtung wird man ganz

Seite 239 des Originals.

einfach zu der besprochenen Gleichung von Fallkraft, Bewegung und Wärme geführt.

So wenig indessen aus dem zwischen Fallkraft und Bewegung bestehenden Zusammenhange geschlossen werden kann: das Wesen der Fallkraft sey Bewegung, so wenig gilt dieser Schlufs für die Wärme. Wir möchten vielmehr das Gegentheil folgern, dafs, um zu Wärme werden zu können, die Bewegung, — sey sie eine einfache, oder eine vibrirende, wie das Licht, die strahlende Wärme etc., — aufhören müsse, Bewegung zu seyn.

Wenn Fallkraft und Bewegung gleich Wärme, so mufs natürlich auch Wärme gleich Bewegung und Fallkraft seyn. Wie die Wärme als Wirkung entsteht, bei Volumsverminderung und aufhörender Bewegung, so verschwindet die Wärme als Ursache unter dem Auftreten ihrer Wirkungen, der Bewegung, Volumsvermehrung, Lasterhebung.

In den Wasserwerken liefert die, auf Kosten der Volumensverminderung, welche der Erdkörper durch den Fall des Wassers beständig erleidet,

entstehende und wieder verschwindende Bewegung, fortwährend eine bedeutende Menge von Wärme; umgekehrt dienen wieder die Dampfmaschinen zur Zerlegung der Wärme in Bewegung oder Lasterhebung. Die Locomotive mit ihrem Convoi ist einem Destillirapparate zu vergleichen; die unter dem Kessel angebrachte Wärme geht in Bewegung über, und diese setzt sich wieder an den Axen der Räder als Wärme in Menge ab.

Wir schliefsen unsere Thesen, welche sich mit Nothwendigkeit aus dem Grundsatze „causa aequat effectum" ergeben und mit allen Naturerscheinungen im vollkommenen Einklange stehen, mit einer praktischen Folgerung. — Zur Auflösung der zwischen Fallkraft und Bewegung statthabenden Gleichungen mufste der Fallraum für eine bestimmte Zeit, z. B. für die erste Secunde durch das Experiment bestimmt werden; gleichermafsen ist zur Auflösung der zwischen Fallkraft und Bewegung einer- und der Wärme anderseits bestehenden Gleichungen die Frage zu beantworten, wie grofs das einer bestimmten Menge von Fallkraft oder Bewegung entsprechende Wärmequantum

Seite 240 des Originals.

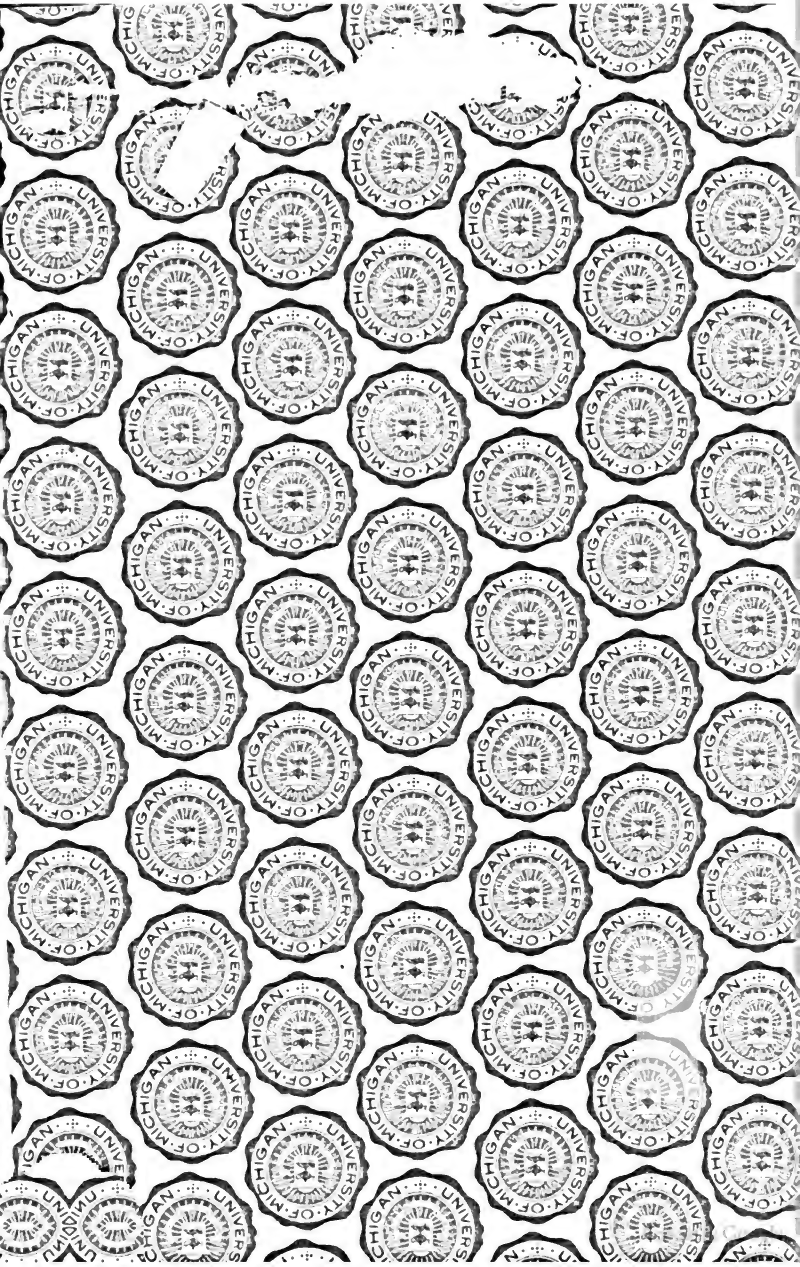
sey. Z. B. wir müssen ausfindig machen, wie hoch ein bestimmtes Gewicht über den Erdboden erhoben werden müsse, dafs seine Fallkraft aequivalent sey der Erwärmung eines gleichen Gewichtes Wasser von 0° auf 1° C. Dafs eine solche Gleichung wirklich in der Natur begründet sey, kann als das Resumé des bisherigen betrachtet werden.

Unter Anwendung der aufgestellten Sätze auf die Wärme- und Volumensverhältnisse der Gasarten findet man die Senkung einer ein Gas comprimirenden Quecksilbersäule gleich der durch die Compression entbundenen Wärmemenge und es ergiebt sich hieraus — den Verhältnifsexponenten der Capacitäten der atmosphärischen Luft unter gleichem Drucke und unter gleichem Volumen = 1,421 gesetzt — dafs dem Herabsinken eines Gewichtstheiles von einer Höhe von circa 365ᵐ die Erwärmung eines gleichen Gewichtstheiles Wasser von 0° auf 1° entspreche. Vergleicht man mit diesem Resultate die Leistungen unserer besten Dampfmaschinen, so sieht man, wie nur ein geringer Theil der unter dem Kessel angebrachten

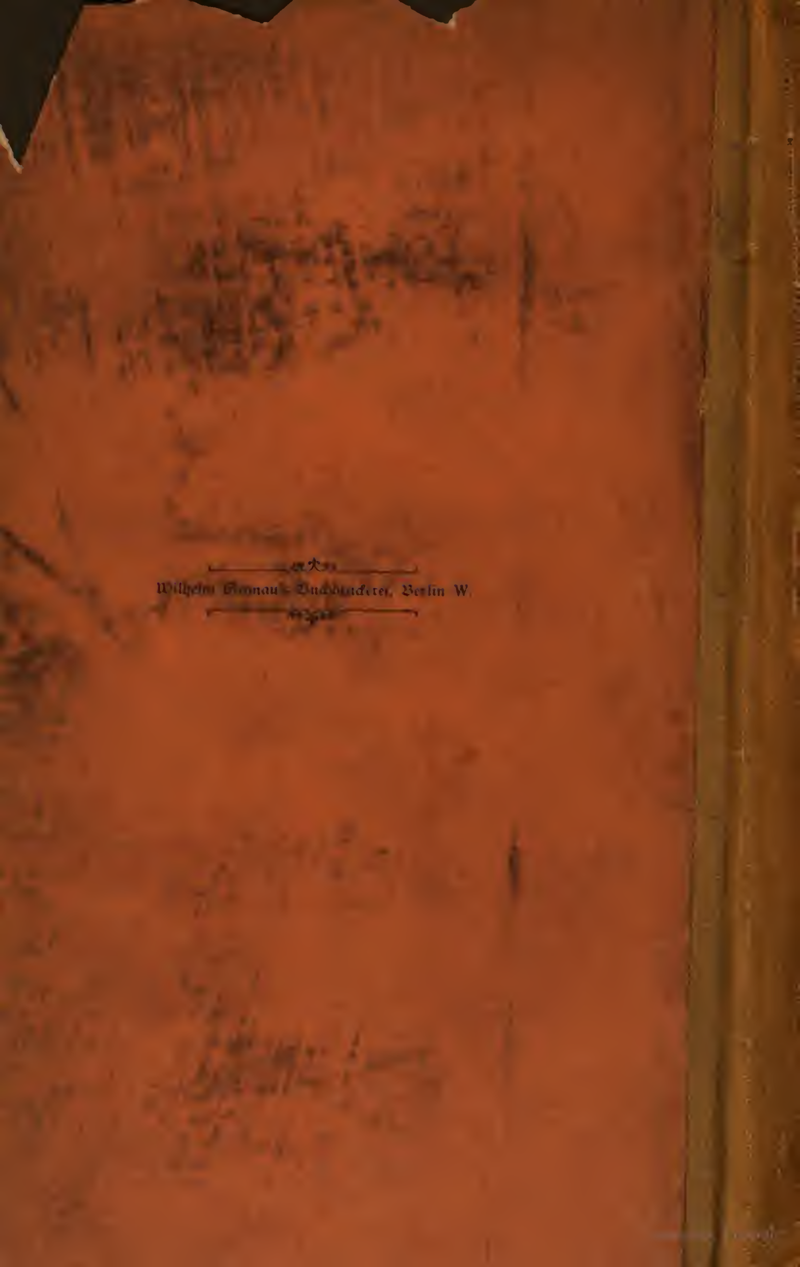
Wärme in Bewegung oder Lasterhebung wirklich zersetzt wird; und dies könnte zur Rechtfertigung dienen, für die Versuche, Bewegung auf anderem Wege als durch Aufopferung der chemischen Differenz von C und O, namentlich also durch Verwandlung der auf chemischem Wege gewonnenen Elektricität in Bewegung, auf erspriefsliche Weise darstellen zu wollen.



Wilhelm Gronau's Buchdruckerei, Berlin W.







Wilhelm Gronau's Buchdruckerei, Berlin W.